

# Ympäristön säteilyvalvonta Suomessa

Vuosiraportti 2007

Raimo Mustonen (toim.)

Strålningsövervakning av miljön i Finland

Årsrapport 2007

Surveillance of Environmental Radiation in Finland

Annual Report 2007



# Ympäristön säteilyvalvonta Suomessa

Vuosiraportti 2007

Raimo Mustonen (toim.)



Strålningsövervakning av miljön i Finland

Årsrapport 2007

Surveillance of Environmental Radiation in Finland

Annual Report 2007

Editä Prima Oy, Helsinki 2008

ISBN 978-952-478-379-8 (nid.)

ISBN 978-952-478-380-4 (pdf)

ISSN 0781-1713

*MUSTONEN Raimo (toim.). Ympäristön säteilyvalvonta Suomessa. Vuosiraportti 2007. STUK-B 91. Helsinki 2008. 67 s.*

**Avainsanat:** säteilyvalvonta, ulkoinen säteily, ilma, laskeuma, vesi, maito, elintarvikkeet, ihminen

## Esipuhe

Ympäristön säteilyvalvonnan päätavoitteena on olla jatkuvasti tietoinen siitä elinympäristössä esiintyvistä keinotekoisesta säteilystä, jolle väestö altistuu. Toisena tavoitteena on havaita kaikki merkittävät muutokset ympäristön säteilytasoissa ja radioaktiivisten aineiden esiintymisessä ympäristössä. Säteilyvalvonnalla varmistetaan, että väestön altistuminen säteilylle ei ole ristiriidassa säteily-suojelun perusperiaatteiden kanssa ja että säteilylainsäädännössä asetettuja annosrajoja ei ylitetä. Jatkuvatoimisella säteilyvalvonnalla myös ylläpidetään ja kehitetään valmiutta reagoida nopeasti ja asiantuntevasti poikkeuksellisiin säteilytilanteisiin.

Tämä raportti sisältää yhteenvedon ympäristön säteilyvalvonnan tuloksista vuonna 2007 sekä eräitä vertailuja aikaisempien vuosien tuloksiin. Ympäristön säteilyvalvontaan kuuluu keinotekoisien säteilyn ja keinotekoisien radioaktiivisten aineiden valvonta ympäristössä. Luonnonsäteily ja luonnon radioaktiiviset aineet eivät kuulu tämän valvontaohjelman piiriin, vaikka valtaosa väestön säteilyaltistuksesta saadaankin luonnonsäteilystä. Altistumista luonnonsäteilylle valvotaan erikseen silloin, kun on aiheellista epäillä, että luonnon radioaktiiviset aineet aiheuttavat väestölle poikkeuksellisen suuria säteilyannoksia (mm. radon sisäilmassa ja luonnon radioaktiiviset aineet talousvedessä). Ydinvoimalaitosten lähiympäristön säteilyvalvonnasta vastaavat voimayhtiöt ja niiden valvontatulokset raportoidaan erikseen.

Suomessa ympäristön säteilyvalvonnasta vastaa Säteilyturvakeskus (STUK). Valvontavelvoite perustuu Säteilyturvakeskuksesta annettuun asetukseen ja toisaalta säteilyasetukseen. Myös Euratom-sopimus velvoittaa Euroopan Unionin jäsenmaita jatkuvasti valvomaan radioaktiivisuuden tasoja ilmassa, vedessä ja maaperässä. Säteilyturvakeskuksen lisäksi myös Ilmatieteen laitos ja puolustusvoimat seuraavat omilla havaintoasemillaan säteilyn esiintymistä ympäristössä.

Säteilyturvakeskuksen yhteistyökumppanit ympäristön säteilyvalvonnassa keräävät ja toimittavat näytteitä analysoitavaksi, osallistuvat kokokehomittauksiin tai vastaavat keräysasemien toiminnasta. Säteilyturvakeskus haluaa kiittää hyvää yhteistyöstä ulkoisen säteilyn valvontaverkon asemien hoitajia sekä seuraavia yhteistyökumppaneita: Puolustusvoimat, Ilmatieteen laitos, Lapin ilmatieteellinen tutkimuskeskus, Kaakkois-Suomen rajavartiosto, Lapin rajavartiosto, Ilmailulaitoksen Jyväskylän lentoasema, Kotkan pelastuskeskus, Kaakkois-Suomen ympäristökeskus, Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus, Lapin ympäristökeskus, Oulun Vesi, Turun vesilaitos, Valio Oy, Helsingin kaupungin terveysvirasto/Marian sairaala, Tampereen yliopistollinen keskussairaala, Lapin keskussairaala, Helsingin Yhteislyseo, Hatanpään yläaste ja lukio sekä Rovaniemen koulutoimi/Korkalovaaran yläaste ja lukio. Vuonna 2006 säteilyvalvonnan sidosryhmille tehty kysely osoitti, että sidosryhmät ovat varsin tyytyväisiä säteilyvalvonnan toteutukseen ja tulosten raportointiin.

Tämä raportin tarkoituksena on antaa tietoa ympäristön säteilytilanteesta Suomessa kaikille asiasta kiinnostuneille. Säteilyturvakeskus toimittaa säännöllisesti valvontatietoja myös Euroopan komissiolle ja tämä raportti on yhteenvedo komissiolle toimitetuista tiedoista. Raportti on myös löydettävissä Säteilyturvakeskuksen kotisivuilta osoitteessa: [www.stuk.fi](http://www.stuk.fi).

Raimo Mustonen  
Apulaisjohtaja

*MUSTONEN Raimo (ed.). Strålningsövervakning av miljön i Finland. Årsrapport 2007. STUK-B 91. Helsingfors 2008. 67 s.*

**Nyckelord:** strålningsövervakning, yttre strålning, luft, nedfall, vatten, mjölk, livsmedel, människa

## Företal

Huvudsyftet med övervakningen av strålning i miljön är att man fortlöpande kan hålla reda på, vilken artificiell strålning befolkningen utsätts för. Ett annat syfte är att man kan upptäcka alla betydande förändringar av strålningsnivåerna i miljön och förekomsten av radioaktiva ämnen. Med övervakningen säkras, att befolkningen inte bestrålas i strid med huvudprinciperna för strålskydd och att dosgränserna i strålskyddslagstiftningen inte överskrids. Den kontinuerliga bevakningen också upprätthåller och utvecklar beredskapen att reagera snabbt och sakkunnigt i exceptionella strålningslägen.

Rapporten innehåller sammandrag av övervakningsresultaten år 2007 samt några jämförelser med tidigare år. Strålningsövervakning av miljön innehåller tillsyn av artificiell strålning och artificiella radioaktiva ämnen i miljön. Naturlig strålning och naturliga radioaktiva ämnen tillhör inte övervakningen fastän den största delen av befolkningens exposition för strålning fås från den naturliga strålningen. Exposition för den naturliga strålningen övervakas skilt, om det med fog kan misstänkas att naturliga radionuklider kan orsaka ovanliga höga stråldoser till befolkningen (till exempel radon i inomhusluft och naturliga radionuklider i dricksvatten). Kraftbolagen ansvarar för strålövervakningen i kärnkraftverkens närområden, och deras mätresultat rapporteras separat.

I Finland är det Strålsäkerhetscentralen som ansvarar för övervakningen av strålning. Uppgiften ges i förordningen om Strålsäkerhetscentralen och förordningen om strålskydd. Euratomfördraget förpliktar medlemsländerna i Europeiska unionen att fortlöpande övervaka radioaktivitetsnivåerna i luft, vatten och jordmån. Förutom Strålsäkerhetscentralen följer också Meteorologiska institutet och Försvarsmakten med strålningen i miljön via sina egna mätstationer.

Strålsäkerhetscentralens samarbetspartners inom miljöstråltillsynen samlar in prov och sänder in dem till analys, deltar i helkroppsmätningar eller sköter mätstationernas verksamhet. Strålsäkerhetscentralen tackar följande institut för gott samarbete: Försvarsmakten, Meteorologiska institutet, Arktiskt forskningscentrum, Gränsbevakningen i sydöstra Finland, Gränsbevakningen i Lappland, Luftfartsverkets flygstation i Jyväskylä, Räddningscentralen i Kotka, Sydöstra Finlands miljöcentral, Norra Österbottens miljöcentral, Lapplands miljöcentral, Helsingfors stads hälsovårdsverk/Maria sjukhus, Vattenverk i Uleåborg och Åbo, Valio Ab, Tammerfors universitets centralsjukhus, Lapplands centralsjukhus, Gymnasiet Helsingin Yhteislyseo, Hatanpää högstadium och gymnasium, och Rovaniemi skoldistrikt/Korkalovaara högstadium och gymnasium. Den enkät som år 2006 riktades till intressentgrupperna för strålningsövervakning visade att grupperna var mycket nöjda med förverkligandet av strålningsövervakningen och med rapporteringen av resultaten.

Syftet med denna rapport är att förmedla kunskap om strålningsläget i den finländska miljön till alla intresserade. Strålsäkerhetscentralen förmedlar regelbundet uppgifter om övervakningen till Europeiska kommissionen och denna rapport är ett sammandrag av de uppgifter som sänds till kommissionen. Rapporten kan hittas också på Strålsäkerhetscentralens hemsidor i adressen: [www.stuk.fi](http://www.stuk.fi).

Raimo Mustonen  
Biträdande direktör

*MUSTONEN Raimo (ed.). Surveillance of environmental radiation in Finland. Annual report 2007. STUK-B 91. Helsinki 2008. 67 pp.*

**Key words:** radiation surveillance, external radiation, airborne radioactivity, deposition, water, milk, foodstuffs, human body

## Preface

The main goal of the surveillance of environmental radioactivity is to be always aware of levels of artificial radiation in the environment to which the public is exposed. Another goal is to detect all remarkable changes in levels of environmental radiation and radioactivity. Compliance with the basic safety standards laid down for protection of health of the general public against dangers arising from ionising radiation can be ensured with environmental radiation surveillance. Running of surveillance programmes on continuous basis also maintains and develops competence and readiness to respond to radiological emergencies.

This report summarises the results of environmental radiation surveillance in 2007. The report also contains some comparisons with results from the previous years. Surveillance of environmental radiation contains surveillance of artificial radiation and artificial radioactive elements in the environment. Natural radiation and natural radioactive elements are not associated with the surveillance programme, although the greater part of the public exposure to radiation is caused by natural radiation. Exposure to natural radiation is controlled separately if there is reason to suspect, that natural radioactive elements cause unusual high exposure to the public (e.g. indoor radon and natural radionuclides in drinking water). Nuclear power plant licensees are responsible for environmental surveillance in the vicinity of nuclear power plants in Finland. Those results are reported elsewhere.

Surveillance of environmental radioactivity in Finland is one of the official obligations of the Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK). This obligation is based on the national and the European Communities' legislation. The Finnish radiation protection legislation appoints STUK as the national authority responsible for surveillance of environmental radioactivity, and the Euratom Treaty assumes continuous monitoring of levels of radioactivity in the air, water and soil in the Member States. In Finland, also the Finnish Meteorological Institute (FMI) and the Defence Forces are monitoring environmental radiation at their own stations.

STUK's partners in surveillance of environmental radioactivity are collecting and delivering environmental samples for laboratory analyses, or are participating in whole-body counting. STUK would like to express its gratitude to the following stakeholders for the successful co-operation: Defence Forces, Finnish Meteorological Institute, Arctic Research Centre, Southeast Finland Regional Environment Centre, North Ostrobothnia Regional Environment Centre, Lapland Regional Environment Centre, Southeast Finland Frontier Guard District, Lapland Frontier Guard District, Jyväskylä Airport, Rescue Centre of Kotka, Water supply plants of Oulu and Turku, Valio Ltd., Health Department of Helsinki/Maria Hospital, Tampere University Central Hospital, Lapland Central Hospital, Secondary school of Helsingin yhteislyseo, Secondary school of Hatanpää in Tampere, and Secondary school of Korkalovaara in Rovaniemi. The enquiry within the stakeholders of environmental radiation surveillance in 2006 showed that the stakeholders are fairly satisfied with the radiation surveillance programme and reporting of the results.

This report is addressed to all who are interested in environmental radioactivity in Finland. STUK delivers monitoring data also to the European Commission on regular basis, and this report is a summary of the results delivered to the Commission. The report is also available at the STUK's home pages [www.stuk.fi](http://www.stuk.fi).

Raimo Mustonen  
Deputy Director

## Sisällysluettelo

ESIPUHE	3
1 YHTEENVETO	9
2 ULKOINEN SÄTEILY	12
3 ULKOILMAN RADIOAKTIIVISET AINEET	18
4 ULKOILMAN KOKONAISBEETA-AKTIIVISUUS	25
5 LASKEUMAN RADIOAKTIIVISET AINEET	30
6 PINTAVEDEN RADIOAKTIIVISET AINEET	35
7 JUOMAVEDEN RADIOAKTIIVISET AINEET	39
8 MAIDON RADIOAKTIIVISET AINEET	43
9 ELINTARVIKKEIDEN RADIOAKTIIVISET AINEET	48
10 RADIOAKTIIVISET AINEET IHMISESSÄ	56
11 RADIOAKTIIVISET AINEET ITÄMERESSÄ	62



## Innehållsförteckning

FÖRETAL	4
1 SAMMANDRAG	10
2 EXTERN STRÅLNING	13
3 RADIOAKTIVA ÄMNEN I UTELUFT	19
4 TOTAL BETAAKTIVITET I UTELUFT	26
5 RADIOAKTIVA ÄMNEN I NEDFALL	31
6 RADIOAKTIVA ÄMNEN I YTVATTEN	36
7 RADIOAKTIVA ÄMNEN I DRICKSVATTEN	40
8 RADIOAKTIVA ÄMNEN I MJÖLK	44
9 RADIOAKTIVA ÄMNEN I LIVSMEDEL	50
10 RADIOAKTIVA ÄMNEN I MÄNNISKOKROPPEN	58
11 RADIOAKTIVA ÄMNEN I ÖSTERSJÖN	64

## Contents

PREFACE	5
1 SUMMARY	11
2 EXTERNAL RADIATION	14
3 AIRBORNE RADIOACTIVE SUBSTANCES	20
4 GROSS BETA ACTIVITY OF GROUND-LEVEL AIR	27
5 RADIONUCLIDES IN DEPOSITION	32
6 RADIOACTIVE SUBSTANCES IN SURFACE WATER	37
7 RADIOACTIVE SUBSTANCES IN DRINKING WATER	41
8 RADIOACTIVE SUBSTANCES IN MILK	45
9 RADIOACTIVE SUBSTANCES IN FOODSTUFFS	52
10 RADIOACTIVITY IN MAN	59
11 RADIOACTIVE SUBSTANCES IN THE BALTIC SEA	65

# 1 Yhteenveto

Tämä raportti on kansallinen yhteenveto ympäristön säteilyvalvonnan tuloksista Suomessa vuonna 2007. Raporttiin ovat tuloksia toimittaneet Säteilyturvakeskuksen lisäksi myös Ilmatieteen laitos ulkoilman kokonaisbeeta-aktiivisuudesta ja Puolustusvoimien teknillinen tutkimuslaitos ulkoilman radioaktiivisista aineista yhdellä valvontasemalla.

Ympäristön säteilyvalvontaohjelma sisältää ulkoisen annosnopeuden jatkuvan ja automaattisen monitoroinnin, ulkoilman radioaktiivisten aineiden ja kokonaisbeeta-aktiivisuuden monitoroinnin, radioaktiivisen laskeuman, pinta- ja juomaveden, maidon ja elintarvikkeiden radioaktiivisuuden säännöllisen monitoroinnin sekä ihmisen kehossa olevien radioaktiivisten aineiden monitoroinnin. Vuodesta 2002 lähtien on tässä valvontaraportissa esitetty myös yhteenveto Itämeren radioaktiivisuusvalvonnan tuloksista.

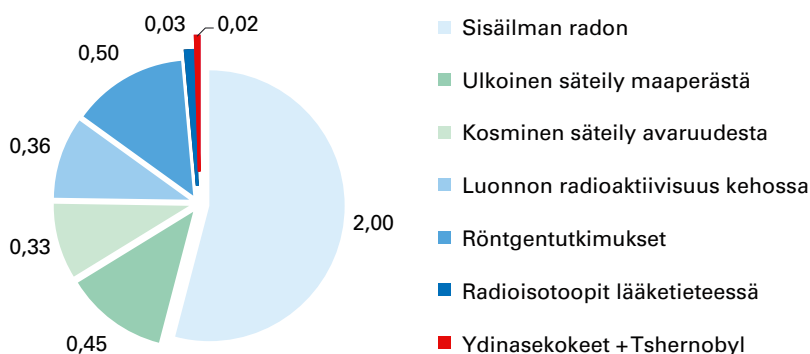
Vuoden 2007 tulokset osoittavat, että ympäristössä olevat keinotekoiset radioaktiiviset aineet ovat peräisin vuoden 1986 Tshernobylin onnettomuudesta ja ilmakehässä 1950- ja 1960-luvuilla

tehdystä ydinkokeista. Näiden lisäksi havaittiin vuonna 2007 kolmella keräysasemalla yhteensä kuusi kertaa erittäin pieniä määriä lyhytikäisiä radioisotooppeja ulkoilmassa ( $^{60}\text{Co}$  ja  $^{82}\text{Br}$ ). Niiden pitoisuudet olivat kuitenkin niin pieniä, ettei niiden esiintymisellä ollut mitään vaikutuksia ihmisten terveydelle.

Suomalaiset saavat eri säteilylähteistä keskimäärin vuoden aikana noin 3,7 millisievertin (mSv) säteilyannoksen. Valtaosa tästä säteilyannoksesta aiheutuu maaperässä olevista luonnon radioaktiivisista aineista ja kosmisesta säteilystä. Ympäristön keinotekoisien radioaktiivisten aineiden aiheuttama säteilyaltistus vuonna 2007 oli merkityksettömän pieni kokonaissäteilyaltistukseen verrattuna, keskimäärin noin 0,02–0,03 mSv. Tämä on alle 1 % väestön kokonaissäteilyaltistuksesta. Kuva 1.1 esittää suomalaisen keskimääräisen säteilyannoksen eri lähteet.

Vuoden 2007 tulokset osoittavat myös, että vuoden aikana ei tapahtunut sellaisia radioaktiivisten aineiden päästöjä ympäristöön, joilla olisi haitta-vaikutuksia ihmisen terveydelle tai ympäristölle.

**Suomalaisten keskimääräinen säteilyannos (mSv) vuodessa**



**Kuva 1.1.** Suomalainen saa ionisoivasta säteilystä keskimäärin 3,7 millisievertin säteilyannoksen vuodessa. Tässä raportissa esitettävät säteilyaltistuksen lähteet aiheuttavat yhteensä noin 0,7 % osuuden koko annoskasta (punainen siivu kuvassa).

# 1 Sammandrag

Denna rapport är ett nationellt sammandrag av strålningsövervakning av miljön i Finland år 2007. Huvuddelen av resultaten är från Strålsäkerhetscentralen, men i rapporten ingår uppgifter även från Meteorologiska Institutet angående total betaaktivitet i uteluft och från en mätstation vid Försvarsmaktens Tekniska Forskningsinstitut angående radioaktiva ämnen i uteluft.

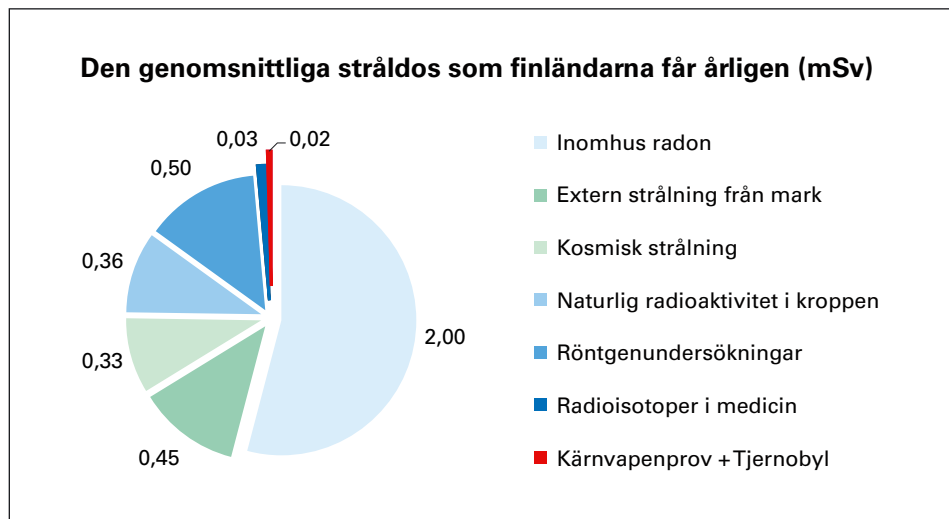
Miljöstråltillsynens program omfattar fortlöpande automatisk monitorering av extern dosrat, monitorering av radioaktiva ämnen och total betaaktivitet i uteluft, regelbunden monitorering av radioaktivt nedfall, radioaktivitet i yt- och dricksvatten, mjölk och livsmedel samt radioaktiva ämnen i människokroppen. Från och med 2002 också ett sammandrag av radioaktivtetsövervakning i Österjön har inbakats i rapporten.

Resultaten för år 2007 visar, att de artificiella radioaktiva ämnena i miljön härrör från olyckan i Tjernobyl år 1986 och från kärnvapenprov i atmosfären på 1950- och 1960-talet. År 2007 har dessutom

observerats vid tre observationsstationer tillsammans sex gånger ytterst små mängder av kortlivade radioisotoper i uteluften ( $^{60}\text{Co}$  och  $^{82}\text{Br}$ ). Dessa radionuklider förekom dock i så små halter, att de har inte haft någon inverkan på människors hälsa.

Finländarnas stråldos från olika strålningskällor är årligen i medeltal 3,7 millisievert (mSv). Huvuddelen därav härrör från naturliga radioaktiva ämnen i marken och från den kosmiska strålningen. Artificiella radioaktiva ämnen stod år 2007 för en obetydligt liten del av bestrålningen jämfört med den totalstråldosen. De artificiella ämnena i livsmiljön beräknas ha orsakat i medeltal cirka 0,02–0,03 mSv stråldos år 2007, eller mindre än 1% tillägg till befolkningens totalstråldos. Bild 1.2 visar olika källor av den totala stråldos, som finländarna årligen får.

Resultaten för Finland år 2007 visar också, att under året hände det inga sådana utsläpp av radioaktiva ämnen till miljön som skulle ha haft någon skadeverkan på människors hälsa eller på miljön.



**Bild 1.2.** En finne får årligen från ioniserande strålning i genomsnitt 3,7 millisievert stråldos. De strålkällor som presenteras i denna rapport orsakar tillsammans ca 0,7% av den totala doskakan (den röda skivan i bilden).

# 1 Summary

This report is the national summary of the results obtained in surveillance of environmental radioactivity in Finland in 2007. The Finnish Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK) has produced most of the results, but also the Finnish Meteorological Institute and the Defence Forces Research Institute of Technology have delivered results to this report, on gross beta activity in outdoor air and on airborne radioactive substances, respectively.

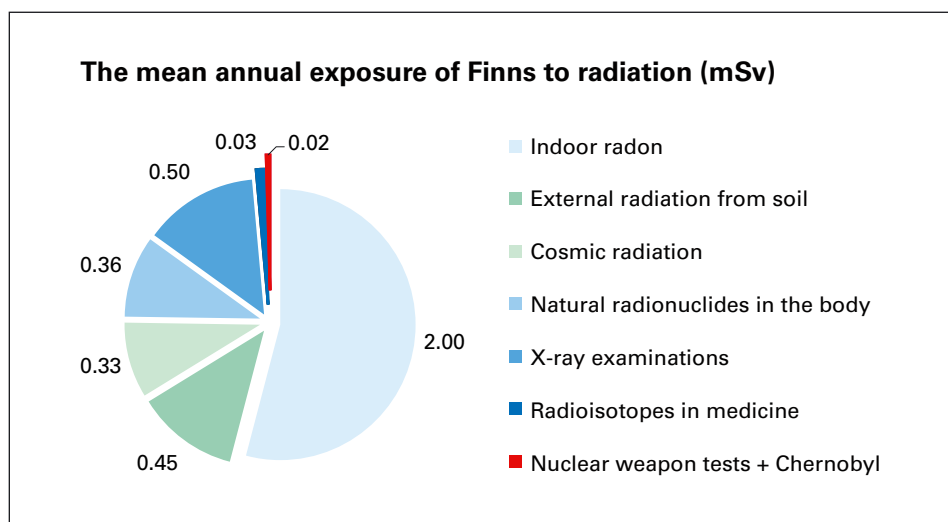
The surveillance programme on environmental radioactivity contains continuous and automated monitoring of external dose rate in air, regular monitoring of radioactive substances and gross beta activity in outdoor air, radioactive substances in deposition, in surface and drinking water, milk, foodstuffs, and in human body. Also a summary of radioactivity surveillance of the Baltic Sea was added in this report since 2002.

The results of 2007 show that artificial radionuclides in the environment originate from the Chernobyl accident in 1986 and from atmospheric nuclear tests performed in 1950's and 1960's. In

addition to these, very small amounts of short-lived artificial radioisotopes in outdoor air at three monitoring stations were detected in 2007 ( $^{60}\text{Co}$  och  $^{82}\text{Br}$ ). Their concentrations were, however, so small that their appearance had no impact to human health or the environment.

The average annual dose of Finns, received from different radiation sources, is about 3.7 millisievert (mSv). Majority of this annual dose is caused by natural radionuclides in soil and bedrock, and by the cosmic radiation. The exposure to radiation of artificial radionuclides in the environment in 2007 was insignificant compared with the total annual dose. In 2007, artificial radionuclides in the environment were estimated to cause about 0.02–0.03 mSv radiation dose, or less than 1% increase to the total radiation exposure of the population. Figure 1.3 show contributions of different sources of radiation in the total annual dose.

The results also show that in 2007 there were no such environmental releases of radioactive substances which would have any harmful effects on human health or the environment.



**Fig. 1.3.** A Finn gets annually about 3.7 millisievert dose from ionising radiation. The sources of radiation presented in this report cause in total about 0.7% of the total dose (the red slice in the figure).

## 2 Ulkoinen säteily

Suomessa ulkoisen säteilyn annosnopeutta valvotaan reaaliaikaisella ja kattavalla mittausasemaverkolla, jonka uudistus päättyi vuoden 2007 lopussa. Tähän STUKin ja paikallisten pelastusviranomaisten ylläpitämään automaattiseen valvontaverkkoon kuuluu noin 250 GM-antureilla varustettua mittausasemaa (kuva 2.1). Verkkoon on lisäksi liitetty ydinvoimalaitosten hallinnoimat laitosten ympäristössä sijaitsevat mittausasemat. Ilmatieteen laitos ja Puolustusvoimat seuraavat annosnopeutta omilla havaintoasemillaan ja kunnilla on valmiudet ulkoisen säteilyn manuaaliseen valvontaan. Kuvassa 2.2 on esimerkki valvontaseman säteilyanturista.

### Tulosten keruu

Uusitut mittausasemat lähettävät tuloksensa automaattisesti heti niiden valmistuttua sekä STUKiin että paikalliseen hätäkeskukseen. Kaikki mittausverkon tulokset talletetaan säteilyvalvonnan tietojärjestelmään USVAan, jonka keskuslaitteisto sijaitsee STUKin tiloissa. Tietoliikenne keskuslaitteiston ja asemien välillä hyödyntää viranomaisille tarkoitettua VIRVE-radioverkkoa.

### Hälytysten käsittely

Alin hälytysraja on 0,4 mikroSv h<sup>-1</sup>. Tieto jonkin aseman hälytyksestä ja ympäröivien mittausasemien havaitsemista säteilytasoista on heti paitsi STUKissa myös siinä hätäkeskuksessa, jonka alueella asema sijaitsee. Hälytyksen syyn selvittämisen alkaa välittömästi.

### Säteilyannos

Suomessa ulkoisen säteilyn tausta-annosnopeus vaihtelee välillä 0,05–0,3 mikroSv h<sup>-1</sup> maaperästä, vuodenajasta ja säätilasta riippuen. Vuoden 2007 aikana valvonnassa ei havaittu poikkeamia taustasäteilystä. Maaperässä olevista keinotekoisista radioaktiivisista aineista (lähinnä Tshernobyl-laskeumasta) aiheutui suomalaisille vuonna 2007 keskimäärin 0,016 milliSv:n suuruinen ulkoisen säteilyn annos. Tämä on vain noin yksi kahdeskymmenesviidesosa maaperän ja rakennusmateriaalien sisältämien luonnon radioaktiivisten aineiden aiheuttamasta keskimääräisestä ulkoisen säteilyn vuosiannoksesta.

### Tulosten välittäminen eteenpäin

STUK toimitti vuonna 2007 päivittäin mittausasemien yhden tunnin annosnopeuden keskiarvot julkisille [www-sivuille \(www.stuk.fi\)](http://www.stuk.fi). Kahdeksan aseman koko vuoden mittautulokset on esitetty kuvassa 2.3.

STUK ylläpitää palvelinta, josta erikseen sovitut ulkopuoliset käyttäjät (Euroopan komissio, Itämeren maiden neuvostoon jäsenvaltiot; ks. kuva 2.4) voivat halutessaan hakea Suomen säteilytietoja.

### Yhteistyökumppanit

STUKin keskeiset yhteistyökumppanit valtakunnallisessa ulkoisen säteilyn valvonnassa ovat Hätäkeskuslaitos, paikalliset pelastusviranomaiset, Sisäasiainministeriö, Puolustusvoimat ja Ilmatieteen laitos.

---

Yhteyshenkilö: Juhani Lahtinen, Säteilyturvakeskus ([juhani.lahtinen@stuk.fi](mailto:juhani.lahtinen@stuk.fi))

## 2 Extern strålning

Den externa strålningsraten i Finland övervakas i realtid med ett heltäckande nät för övervakning av strålning. I Strålsäkerhetscentralens och de lokala räddningstjänstmyndigheternas automatiska övervakningsnät (bild 2.1), som förnyades under åren 2005–2007, ingår ca 250 mätstationer som försetts med GM-detektorer. Därtill är mätstationerna kring de inhemska kärnkraftverken anslutna till nätet. Även Meteorologiska institutet och Försvarsmakten följer med den externa strålningsraten med sina egna mätstationer, och i kommunerna finns det beredskap i att manuellt övervaka extern strålning. Ett exempel av en detektor vid en mätstation visas i bild 2.2.

### Registrering av mätvärdena

De nya automatiska mätstationerna förmedlar resultaten kontinuerligt till STUK och den lokala nödcentralen. Alla mätvärdena deponeras i stråltillsynens datasystem USVA, vars centraldator finns på Strålsäkerhetscentralen. Datatrafiken mellan centraldatorn och mätstationerna sker via myndigheternas radionät VIRVE.

### Hantering av alarm

Den lägsta larmgränsen i nätet är 0,4 mikroSv h<sup>-1</sup>. Om strålningsnivån på någon mätstation överstiger, så både STUK och de lokala räddningstjänstmyndigheterna vet genast om alarmet och även om strålningsnivåer på de näraliggande andra mätstationerna. Utredningen av orsaken till alarmet inleds omedelbart.

### Stråldos

I Finland varierar den extern strålningens bakgrundsdosrat inom intervallet 0,05–0,3 mikroSv h<sup>-1</sup> beroende på jordmån, årstid eller väderlek. Inga avvikelser från bakgrunds-nivån observerades i den externa strålningen under år 2007.

Den största delen av stråldosen från extern strålning förorsakas av naturlig radioaktivitet i jordmånen och den kosmiska strålningen. Artificiella radionuklider i jordmånen orsakade år 2007 i medeltal 0,016 milliSv stråldos till finländarna. Detta är ca en tjugofemtedel av den årliga externa dos, som naturliga radionuklider i jordmån och byggnadsmaterial orsakar.

### Förmedling av mätvärdena

Under år 2007 visade Strålsäkerhetscentralen dagligen genomsnitt av en timmes mätvärden från mätstationer på sina offentliga *www*-sidor (*www.stuk.fi*). Alla mätvärdena från åtta stationer finns i bild 2.3.

Strålsäkerhetscentralen upprätthåller en server, där vissa andra parter (såsom Europakommissionen och medlemsländer i Östersjörådet; se bild 2.4) kan avläsa uppgifter om strålningen i Finland.

### Samarbetspartner

Strålsäkerhetscentralens viktiga partner inom övervakningen av extern strålning är Nödcentralverket och lokala räddningstjänstmyndigheter, Inrikesministeriet, Försvarsmakten och Meteorologiska institutet.

---

Kontaktperson: Juhani Lahtinen, Strålsäkerhetscentralen (*juhani.lahtinen@stuk.fi*)

## 2 External radiation

Finland has an automatic nation-wide monitoring network for external dose rate, which consists of some 250 stations equipped with GM tubes (Fig. 2.1). The maintenance and development of the network, which was updated during 2005–2007, are carried out by STUK in close co-operation with local emergency authorities. The monitoring stations situated around the domestic nuclear power plants and administrated by the power companies are also connected to the network. In addition, the Finnish Meteorological Institute and the Defence Forces have their own monitoring stations, and the municipalities maintain readiness for performing manual radiation measurements in the case of an emergency. An example of a radiation detector is shown Figure 2.2.

### Data collection

The modernized stations send data continuously to STUK and to the local emergency response centre. All measurement results are stored in the data management system (USVA) of radiation surveillance, the central hardware of which is located in the facilities of STUK. The data communication between the central equipment and the stations uses the wireless VIRVE network of the authorities.

### Handling of alarms

If the dose rate at a monitoring station exceeds a pre-set lowest alarm level of  $0.4 \text{ microSv h}^{-1}$ , both STUK and the local authorities receive an alarm message and have also immediately access to the radiation levels at the other stations close to the alarming station. Activities aiming at discovering the cause of the alarm will be commenced as soon as possible after the alarm are given.

### Radiation dose

The background dose rate in Finland varies from  $0.05$  to  $0.3 \text{ microSv h}^{-1}$  depending on the soil type, season and weather conditions. During the year 2007 no radiation levels higher than normal background radiation were observed.

The major part of the radiation dose from external radiation is caused by natural radioactivity in the soil and by cosmic radiation. In 2007 artificial radionuclides in the soil were estimated to cause an average dose of  $0.016 \text{ milliSv per capita}$  in Finland. This is about one twenty-fifth of the annual external dose due to natural radioactivity in the soil and in construction materials.

### Delivering of data

In 2007 one-hour average monitoring data from stations were daily available on the public home pages of STUK ([www.stuk.fi](http://www.stuk.fi)). The whole-year data from eight of the stations are shown in Fig. 2.3.

STUK maintains a server that can be accessed by authorised other parties (like the European Commission and the member countries of the Council of the Baltic Sea States; see Fig. 2.4) whenever they are interested in the Finnish radiation data.

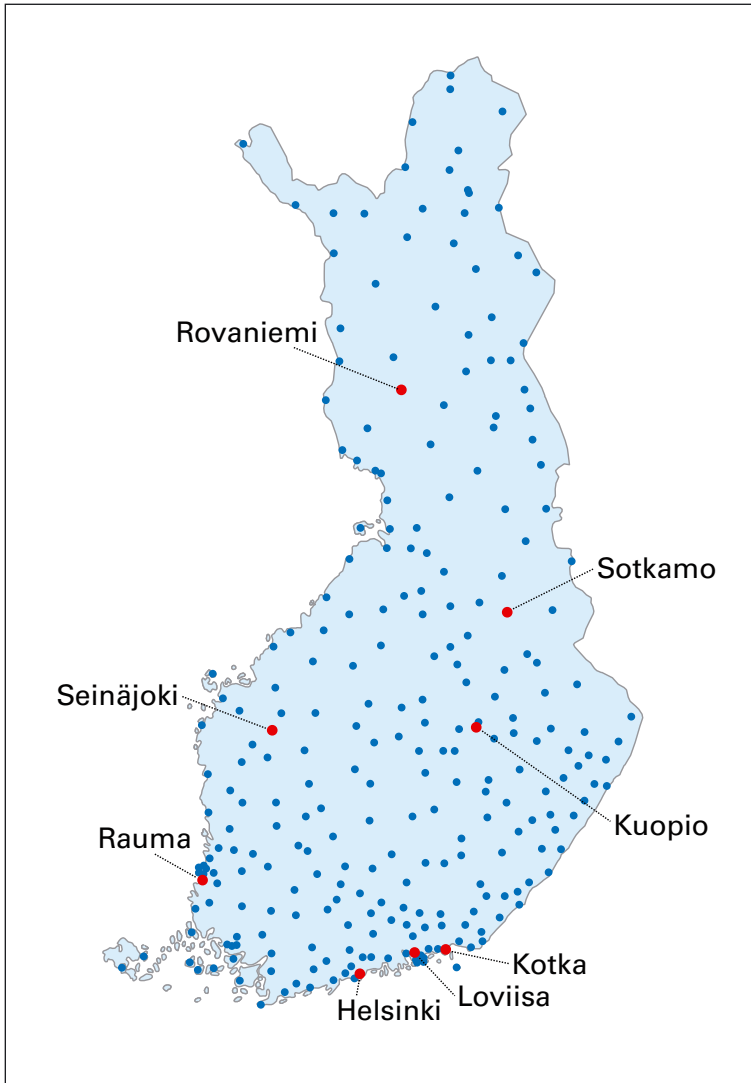
### National co-operation partners

The most important co-operation partners of STUK within the monitoring of external radiation are the Emergency Response Centre Administration and local emergency response centres, Ministry of the Interior, Defence Forces and Finnish Meteorological Institute.

---

Contact person: Juhani Lahtinen, Radiation and Nuclear Safety Authority ([juhani.lahtinen@stuk.fi](mailto:juhani.lahtinen@stuk.fi))





**Kuva 2.1.** Ulkoisen säteilyn valvontaverkon automaattiset mittausasemat. Kuvassa nimettyjen asemien mittaustulokset on esitetty kuvassa 2.3.

**Bild 2.1.** Automatiska mätstationer i nätet för extern strålning. På bilden namnges de mätstationer, vars mätvärden finns i bild 2.3.

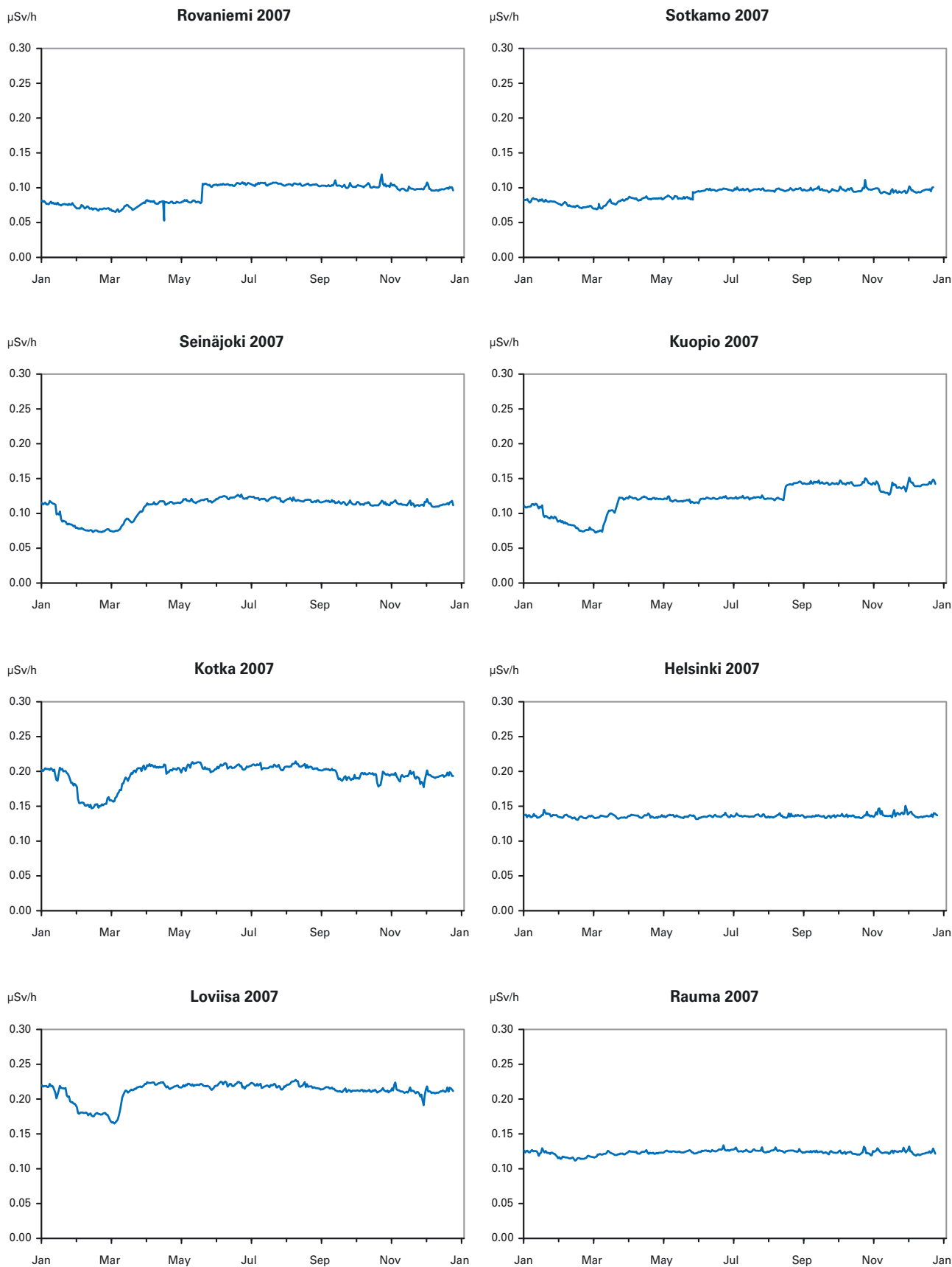
**Fig. 2.1.** Automatic dose-rate monitoring stations. The names refer to stations whose results are shown in Figure 2.3.



**Kuva 2.2.** Ulkoisen säteilyn valvonta-aseman mitausanturi (10060 Vantaa).

**Bild 2.2.** Detektor vid en mätstation för extern strålning (10060 Vanda).

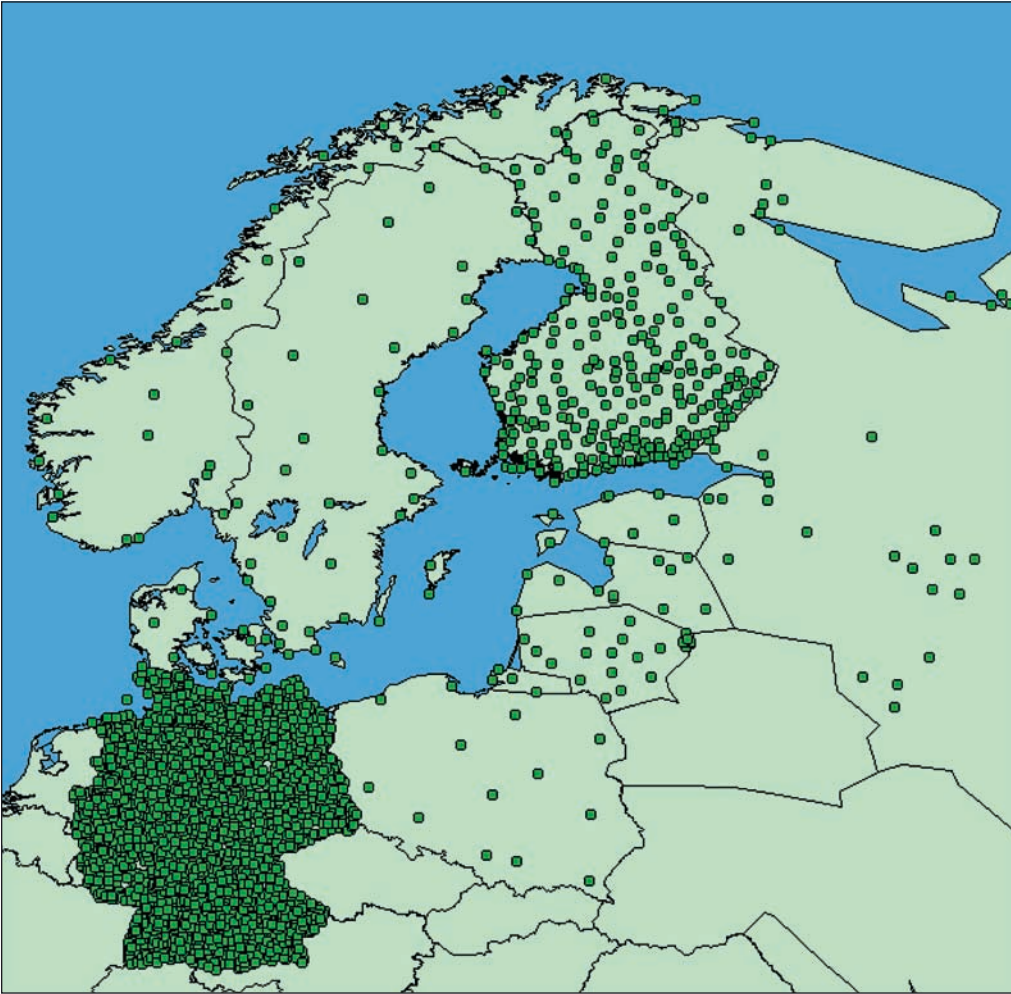
**Fig. 2.2.** Detector of an automatic dose rate monitoring station (10060 Vantaa).



**Kuva 2.3.** Ulkoisen säteilyn annosnopeus kahdeksalla mittausasemalla vuonna 2007.

**Bild 2.3.** Externa dosrater vid åtta mätstationer år 2007.

**Fig. 2.3.** Observed radiation levels at eight monitoring stations in 2007.



**Kuva 2.4.** Itämeren maiden neuvostoon kuuluvien valtioiden ulkoisen säteilyn valvontaverkkojen automaattiset mittausasemat. Huom! Islanti ei näy kuvassa lainkaan ja Venäjän alueen asemista kartalla on esitetty vain läntisimmät.

**Bild 2.4.** Automatiska mätstationer i näten för extern strålning av medlemsländer i Östersjörådet. Observera att Island fattas på kartan och att bara de västligaste ryska mätstationer visas på bilden.

**Fig. 2.4.** Automatic dose-rate monitoring stations of the member countries of the Council of the Baltic Sea States. Note that Iceland is not shown on the map at all and only the westernmost Russian stations are displayed.

### 3 Ulkoilman radioaktiiviset aineet

STUK valvoo pintailman radioaktiivisten aineiden pitoisuutta kahdeksalla ja Puolustusvoimat yhdellä paikkakunnalla eri puolilla Suomea (kuva 3.1). Molempien ydinvoimalaitosten ympäristössä – Loviisassa ja Olkiluodossa – on neljä voimayhtiöiden valvonta-asemaa. Yhteenveto voimalaitosten ympäristön säteilyvalvonnasta julkaistaan raportisarjassa STUK-B.

#### Näytteiden keräys

Ulkoilman sisältämiä radioaktiivisia aineita valvotaan pumppaamalla suuri määrä ilmaa suodatimen läpi, johon ilmassa olevat radioaktiiviset aineet jäävät. Lasikuitusuodatin kerää radioaktiivisia aineita sisältävät hiukkaset. Aktiivihiilisuodatin puolestaan pidättää kaasumaisia aineita kuten radioaktiivista jodia. Näytteet kerätään tehtävää varten suunnitelluilla kerääjillä (kuva 3.2). Helsingissä STUKin toimipisteessä sijaitseva laitteisto kerää, käsittelee ja analysoi näytteen sekä raportoi tulokset automaattisesti.

#### Näytteiden käsittely ja mittaus

Tarkkojen laboratoriossa tehtävien analyysien avulla suodattimista voidaan havaita hyvin pienet määrät radioaktiivisia aineita. Laboratoriossa lasikuitusuodatin mitataan gammaspektrometrillä. Radioaktiivisten aineiden havaitsemisraja ( $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ ) on nuklidikohtainen ja riippuu mm. suodatetusta ilmamäärästä, näytteen sisältä-

mistä muista radioaktiivisista aineista, näytteen iästä, mittaussajasta, ilmaisimen havaitsemishokkuudesta ja taustasuojasta (taulukko 3.1). Havaitsemisrajat ovat tyypillisesti alle miljardisoja siihen pitoisuuteen nähden, joka aiheuttaisi väestön suojaustoimenpiteitä.

#### Tulokset

Kuvassa 3.3 on esitetty  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuuden viikko-keskiarvo havaintoasemittain. Kuva 3.4 puolestaan esittää Helsingin seudun  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuuden vuorokausiarvot vuonna 2007. Kuvassa 3.5 ovat  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuuden pitkän aikavälin tulokset Helsingin seudulla. Pieniä määriä muita kuin Tshernobyl-onnettomuudesta peräisin olevia keinotekoisia radioaktiivisia aineita havaittiin joitain kertoja vuoden aikana. Havainnot on esitetty taulukossa 3.2. Aineiden varmaa alkuperää on usein vaikea osoittaa. Helsingissä sekä Rovaniemellä havaitun  $^{82}\text{Br}$  voitiin kuitenkin molemmissa tapauksessa varmistaa olleen peräisin teollisuuden merkkiainekokeista. Radioaktiivisten aineiden määrät olivat kuitenkin niin pieniä, ettei niistä aiheutunut terveyshaittoja. Vuonna 2007 suomalaiset saivat ulkoilman keinotekoisista radioaktiivisista aineista keskimäärin noin  $0,0000001 \text{ mSv}$  säteilyannoksen.

Yhteyshenkilö: Aleksi Mattila, Säteilyturvakeskus ([aleksi.mattila@stuk.fi](mailto:aleksi.mattila@stuk.fi))

## 3 Radioaktiva ämnen i uteluft

Strålsäkerhetscentralen övervakar halten av luftburna radioaktiva ämnen nära jordytan på åtta orter och Försvarmakten på en ort i Finland (bild 3.1). Nära kärnkraftverken i Lovisa och Olkiluoto har kraftbolagen fyra mätstationer, och mätresultaten från dessa publiceras i Strålsäkerhetscentralens rapportserie STUK-B.

### Provinsamling

Radioaktiva ämnen i utomhusluft övervakas genom att stora mängder luft pumpas genom ett filter, varvid de radioaktiva ämnena fastnar i filtret. Ett glasfiberfilter insamlar partiklar som innehåller radioaktiva ämnen, och ett aktivt kolfilter infångar gasformiga ämnen och t.ex. radioaktivt jod. Proven insamlas med en apparat som planerats enkom för detta ändamål (bild 3.2). Apparaturen på Strålsäkerhetscentralen i Helsingfors insamlar provet, hanterar och analyserar det samt rapporterar mätresultaten automatiskt.

### Hantering och mätning av proven

Med hjälp av noggranna analyser i laboratorium kan ytterst små mängder radioaktiva ämnen som fastnat i filtren observeras. I laboratoriet placeras glasfiberfiltren i en plastburk och mäts med gammaspektrometer. Observationsgränsen uttrycks i  $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$  och beror bl.a. på vilken nuklid det gäller, hur stor mängd luft som passerat

filtret, andra radioaktiva ämnen i provet, provets ålder, mättiden, detektorns känslighet samt skyddet mot bakgrundsstrålning (tabell 3.1). Observationsgränserna är i allmänhet under en miljarddel av den koncentrationsnivå som skulle leda till åtgärder för att skydda befolkningen.

### Mätresultat

Bild 3.3 visar veckomedeltalet av halterna av  $^{137}\text{Cs}$  vid mätstationer under år 2007. Bild 3.4 visar dagliga halter av  $^{137}\text{Cs}$  i Helsingfors år 2007 och bild 3.5 visar halter av  $^{137}\text{Cs}$  över ett längre tidsintervall i Helsingforsregionen. Små mängder konstgjorda radioaktiva ämnen som inte härstammar från Tjernobylolyckan observerades några gånger år 2007 (tabell 3.2). I allmänhet görs årligen ett tiotal motsvarande observationer som avviker från det normala och det är ofta svårt att fastställa varifrån ämnena kommit. Observationen av  $^{82}\text{Br}$  i Helsingfors och Rovaniemi kunde man konstatera att härstammade från spårämnesexperiment i industrin. Mängderna av radioaktiva ämnen var dock så små att de inte utgjorde någon hälsorisk. År 2007 fick finländarna i medeltal en stråldos på ca  $0,0000001 \text{ mSv}$  från konstgjorda radioaktiva ämnen i luften.

Kontaktperson: Aleksi Mattila, Strålsäkerhetscentralen ([aleksi.mattila@stuk.fi](mailto:aleksi.mattila@stuk.fi))

## 3 Airborne radioactive substances

STUK operates eight sampling stations for nationwide monitoring of airborne radioactive substances. The Defence Forces has one station (Fig. 3.1). In addition, four samplers are located around each of the nuclear power plants in Loviisa and Olkiluoto. Their results are reported in STUK-B report series.

### Sampling

Sampling is performed by filtrating large amounts of air. Airborne radioactive particles are deposited on glassfibre filters whereas charcoal filters are used for gaseous species such as iodine. Sampling is performed using specially designed samplers (Fig. 3.2). The sampler at the headquarters of STUK in Helsinki is robotic: sampling, filter processing, analysis and reporting are done automatically.

### Sample treatment and analysis

Small quantities of radioactive material are detected in the samples using sophisticated laboratory analyses. In the laboratory the glassfibre filters are analysed with a high-resolution gamma-ray spectrometer. Nuclide-specific minimum detectable concentration ( $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ ) depends on the filtered air volume, the activity of the other radionuclides in the sample, the measuring time and the decay time before the measurement, detection efficiency

and the background shield (Table 3.1). Detection limits are typically a billion times smaller than the concentrations which may lead to protective action being taken.

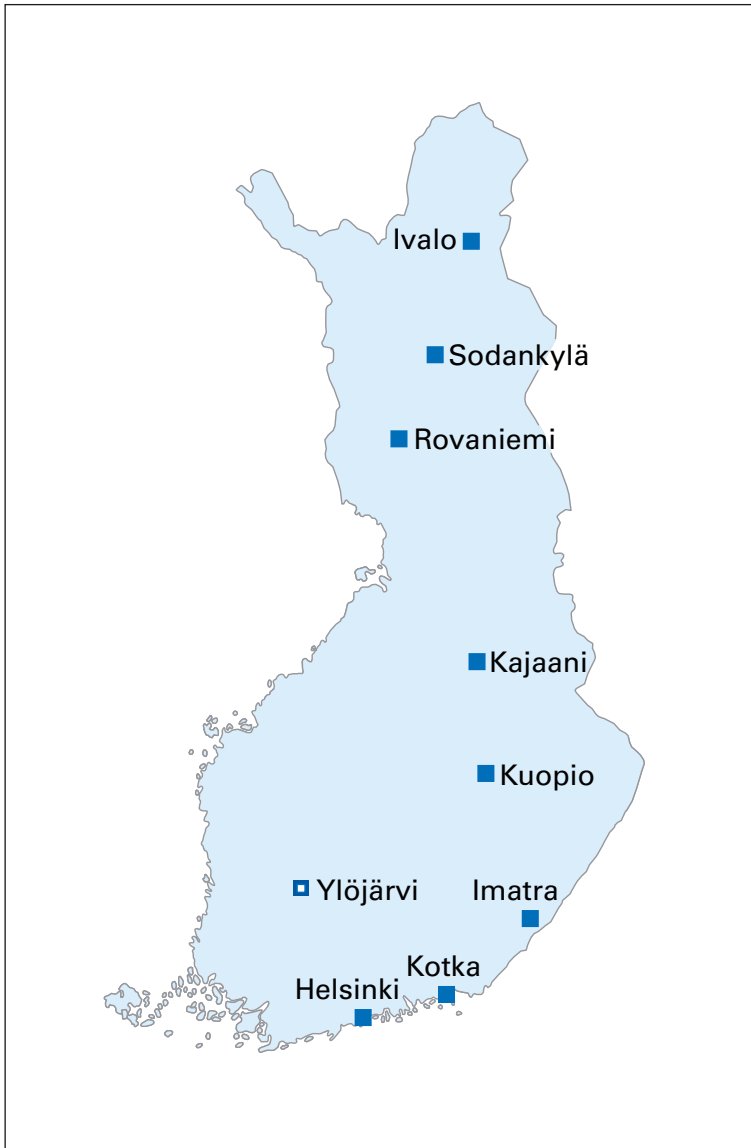
### Results

Weekly averages of  $^{137}\text{Cs}$  concentrations in outdoor air at the monitoring stations are shown in Figure 3.3. Figure 3.4 presents the daily  $^{137}\text{Cs}$  concentrations in Helsinki and Figure 3.5 shows the long-time trend of  $^{137}\text{Cs}$  concentration in the Helsinki area. Very small quantities of artificial radioactive substances, not originating from the Chernobyl accident, were detected in outdoor air few times in 2007 (Table 3.2). Often, the origin of these anomalous observations is difficult to verify. However, the origin of  $^{82}\text{Br}$  observed in Helsinki and in Rovaniemi was in both cases an industrial tracer test. The concentrations of these radionuclides were, however, so small that they had no implications for health. Airborne artificial radioactive substances were estimated to cause a radiation dose of about 0.0000001 mSv per capita in Finland in 2007.

---

Contact person: Aleksi Mattila, Radiation and Nuclear Safety Authority ([aleksi.mattila@stuk.fi](mailto:aleksi.mattila@stuk.fi))





**Kuva 3.1.** Ulkoilman ja laskeuman sisältämien radioaktiivisten aineiden monitorointiasemat. Puolustusvoimat ylläpitää Ylöjärven asemaa ja analysoi hiukkaskerääjän näytteet. STUK ylläpitää muita asemia ja analysoi niiden näytteet.

**Bild 3.1.** Mätstationer för radioaktiva ämnen i uteluft och nedfall. Försvarsmakten har en station i Ylöjärvi och analyserar luftproven. Strålsäkerhetscentralen upprätthåller de övriga stationerna och analyserar proven från dem.

**Fig. 3.1.** Sampling locations for airborne radioactive substances and deposition. The Defence Forces operates the station at Ylöjärvi.

**Kuva 3.2.** Rovaniemellä sijaitseva ilman aerosolien suurtehokerääjä.

**Bild 3.2.** Den högeffektiva samlaren som insamlar luftburen aerosoler i Rovaniemi.

**Fig. 3.2.** A high-volume air sampler in Rovaniemi.



**Taulukko 3.1.** Hiukkaskerääjien virtausnopeudet, näytteenvaihtotiheydet, eräiden radionuklidien tyypilliset havaitsemisrajat sekä beryllium-7 ( $^7\text{Be}$ ) -pitoisuuden tyypilliset vaihteluvälit.  $^7\text{Be}$  on luonnon radionuklidi, jota syntyy ilmakehässä kosmisen säteilyn ja ilmakehän atomien välisissä reaktioissa.

**Tabell 3.1.** Luftflödet genom filtret, provtagningsfrekvenserna, typiska observationsgränser för några radionuklider, samt typiska halter av beryllium-7 ( $^7\text{Be}$ ).  $^7\text{Be}$  är en naturlig radionuklid som skapas i reaktioner mellan kosmisk strålning och atomer i atmosfären.

**Table 3.1.** Flow rates of the air samplers, the sampling frequencies, typical detection limits for some radionuclides, and typical concentrations of Beryllium-7 ( $^7\text{Be}$ ) in outdoor air.  $^7\text{Be}$  is a natural radionuclide which originates as a result of nuclear reactions between the cosmic radiation and atoms of the atmosphere.

Site	Flow rate ( $\text{m}^3 \text{h}^{-1}$ )	Sampling frequency ( $\text{wk}^{-1}$ )	Typical detection limit ( $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ )			Detected ( $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ ) $^7\text{Be}$
			$^{134}\text{Cs}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{131}\text{I}$	
Helsinki	700	7	1.2	1.2	1.4	400–8000
Kotka	850	1	0.1	0.2	0.4	700–6000
Imatra	150	2	0.4	0.4	0.7	500–5000
Ylöjärvi	150	2	0.3	0.3	0.5	500–6000
Kuopio	150	2	0.3	0.4	0.8	400–8000
Kajaani	850	1	0.2	0.1	0.4	600–8000
Rovaniemi	850	7	0.2	0.2	0.6	600–5000
Sodankylä	150	2	0.5	0.5	1.4	600–4000
Ivalo	150	2	0.3	0.3	0.6	600–4000

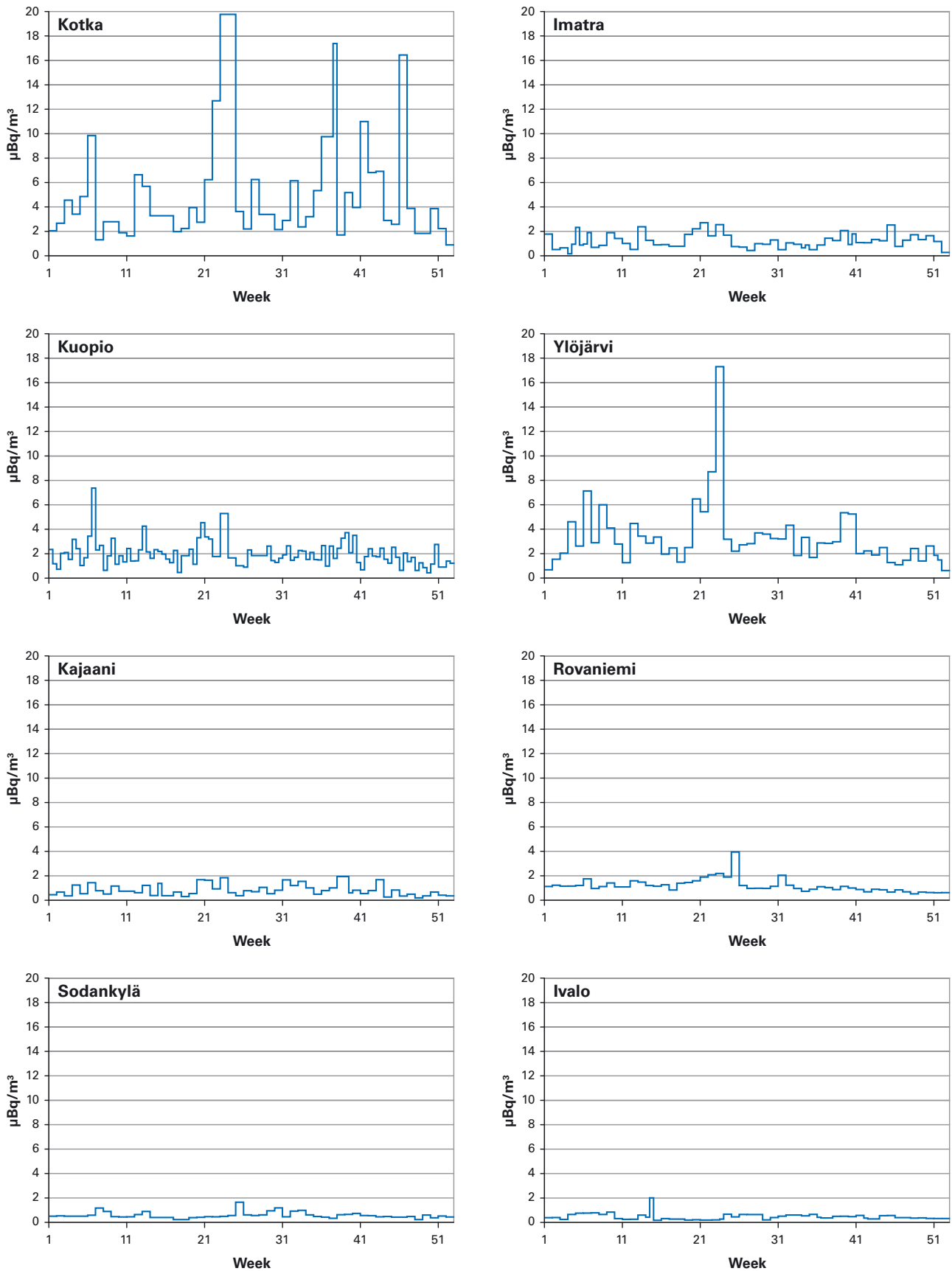
**Taulukko 3.2.** Hiukkaskeräysasemilla tehty muiden kuin Tshernobylin onnettomuudesta peräisin olevien keinotekoisten radioaktiivisten aineiden havainnot vuonna 2007.

**Tabell 3.2.** Observationer av de artificiella radionukliderna som inte härstammar från Tjernobyl olyckan i uteluften år 2007.

**Table 3.2.** Observations of artificial radionuclides other than those from the Chernobyl accident in outdoor air in 2007.

Sampling period	Site	Nuclide	Average concentration (one sigma uncertainty) $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$
29.1.–6.2.2007	Kotka	$^{60}\text{Co}$	0.15 (22%)
15.–22.5.2007	Kotka	$^{60}\text{Co}$	0.30 (11%)
21.–22.8.2007	Helsinki	$^{82}\text{Br}$	56.3 (3%)
22.–23.8.2007	Helsinki	$^{82}\text{Br}$	9.4 (14%)
23.–24.8.2007	Helsinki	$^{82}\text{Br}$	16.6 (8%)
24.–25.10.2007	Rovaniemi	$^{82}\text{Br}$	15.1 (8%)

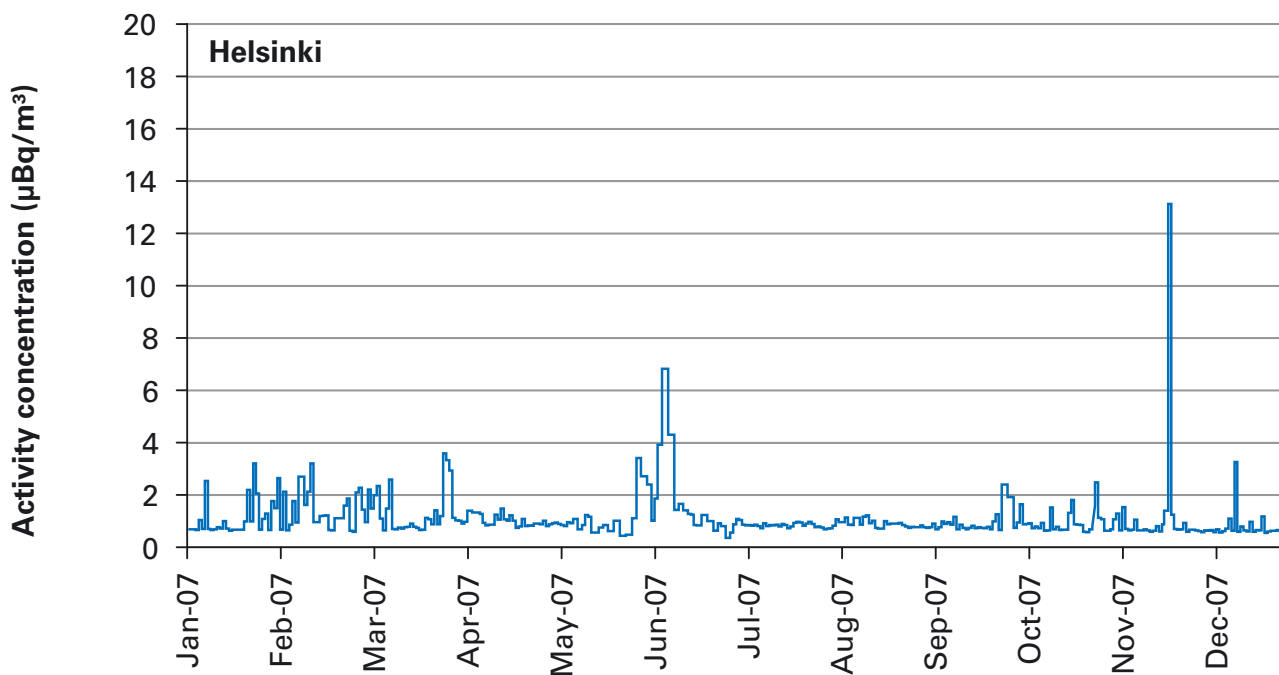




**Kuva 3.3.**  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuuksien viikkokeskiarvot ulkoilmassa eri valvonta-asetilla vuonna 2007.

**Bild 3.3.** Veckomedeltal av  $^{137}\text{Cs}$ -koncentrationer i uteluften på olika mätstationer år 2007.

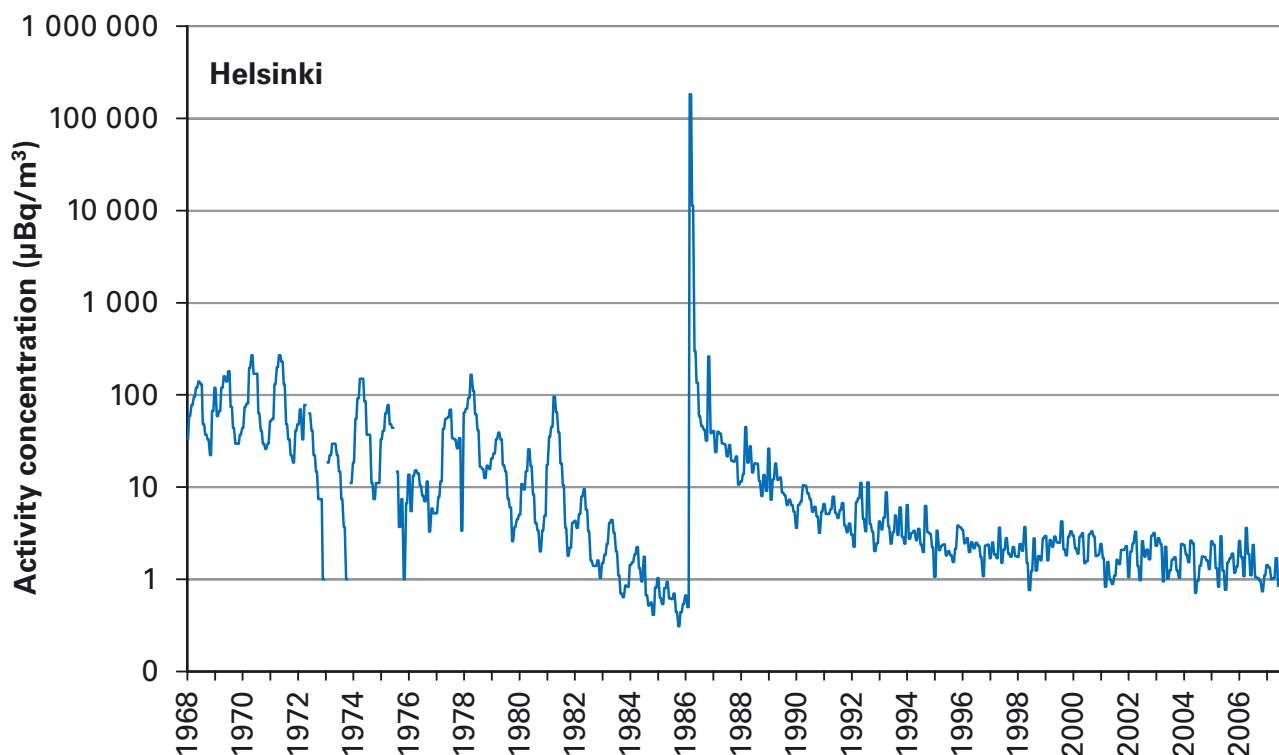
**Fig. 3.3.** Weekly averages of airborne  $^{137}\text{Cs}$  concentrations at different monitoring stations in 2007.



**Kuva 3.4.** Ilman  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuuden vuorokausikeskiarvot Helsingissä vuonna 2007.

**Bild 3.4.** Dagliga medelvärden av  $^{137}\text{Cs}$ -koncentration i uteluft i Helsingfors år 2007.

**Fig. 3.4.** Daily averages of airborne concentration of  $^{137}\text{Cs}$  in Helsinki in 2007.



**Kuva 3.5.** Ilman  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuus Helsingin seudulla vuosina 1968–2007. Ennen Tshernobylin onnettomuutta (v. 1986) esiintyvä  $^{137}\text{Cs}$  on peräisin ilmakehässä tehdyistä ydinasekokeista. Tälle laskeumalle on tyypillistä kuvassa näkyvä vuodenaikaisvaihtelu.

**Bild 3.5.** Luftburen  $^{137}\text{Cs}$ -koncentrationer i Helsingfors regionen åren 1968–2007. Före Tjernobyl olyckan år 1986,  $^{137}\text{Cs}$  härstammade från kärnvapenprov i atmosfären. Årstidsvariationerna som framgår av bilden är typiska för detta gamla nedfallet.

**Fig. 3.5.** Airborne concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  in Helsinki in 1968–2007. Before the Chernobyl accident in 1986,  $^{137}\text{Cs}$  originated from atmospheric nuclear weapon tests. The regular seasonal fluctuation seen in the figure was typical for this old deposition.

## 4 Ulkoilman kokonaisbeeta-aktiivisuus

Ilmatieteen laitos on seurannut pintailman kokonaisbeeta-aktiivisuutta vuodesta 1959. Vuonna 2007 toiminnassa oli kahdeksan viikkonäytteitä keräävää asemaa (kuva 4.1).

### Näytteiden keräys

Näytteet kerätään imemällä ulkoilmaa suodattimen läpi. Suodattimet vaihdetaan maanantaiaamuisin kello 8 Suomen talviaikaa. Keräinlaitteistossa käytetään kahta suorakaiteen muotoista paperi- tai lasikuitusuodatinta, joiden koko on 120 mm × 140 mm. Viikossa suodatettu ilmamäärä paperisuodattimilla on noin 800 m<sup>3</sup> ja lasikuitusuodattimilla noin 4 000 m<sup>3</sup>.

### Näytteiden mittaus

Aerosolinäytteiden kokonaisbeeta-aktiivisuus mitataan noin viisi päivää keräyksen lopettamisen jälkeen, jolloin <sup>222</sup>Rn:n lyhytikäiset tytärnuklidit ovat hajonneet <sup>210</sup>Pb:ksi ja <sup>220</sup>Rn:n tytärnuklidit pysyväksi <sup>208</sup>Pb:ksi. Näin ollen mitattu kokonaisbeeta-aktiivisuus koostuu <sup>210</sup>Pb:stä sekä mahdol-

lisista keinotekoisista radioaktiivisista aineista. Mittaukset tehdään automaattisella alfa/beeta-analysaattorilla, jossa ilmaisimina käytetään verrannollisuuslaskureita.

### Tulokset

Kuvassa 4.2 on esitetty ulkoilman pitkäikäisen beeta-aktiivisuuden viikottaiset pitoisuudet kahdeksalla seuranta-asemalla vuonna 2007. Käyrät kuvaavat lähinnä <sup>210</sup>Pb:n pitoisuutta pintailmassa. Koska ilmakehän <sup>210</sup>Pb on peräisin maaperästä ilmakehään siirtyneestä <sup>222</sup>Rn:sta, riippuu <sup>210</sup>Pb:n pitoisuus suursäätilanteesta eli ilmamassojen stabiilisuudesta ja alkuperästä. Korkeimmat pitoisuudet ovat mantereellisissa ilmamassoissa ja pienimmät merellisissä ja arktisissa ilmamassoissa. Vuoden 2007 aikana ei seurantaohjelman puitteissa havaittu poikkeuksellista kokonaisbeeta-aktiivisuutta ilmassa.

Yhteyshenkilö: Jussi Paatero, Ilmatieteen laitos ([jussi.paatero@fmi.fi](mailto:jussi.paatero@fmi.fi))

## 4 Total betaaktivitet i uteluft

Meteorologiska institutet har mätt total betaaktivitet i luft nära markytan sedan år 1959. På åtta stationer samlades aerosolprov varje vecka under året 2007 (bild 4.1).

### Provtagning

Proven tas genom att luften sugas genom filter. Filtren byts varje måndag klockan 8 enligt finländsk vintertid. I apparaten används två rektangelformiga filter, som består av papper eller glasfiber och som har dimensionen  $120 \times 140$  mm. Luftmängden är ca  $800 \text{ m}^3$  i veckan genom pappersfiltret och ca  $4000 \text{ m}^3$  i veckan genom glasfiberfiltret.

### Mätning av proven

Aerosolprovets totala betaaktivitet mäts ca fem dagar efter det proven har tagits, varvid de kortlivade dotternukliderna till  $^{222}\text{Rn}$  har blivit  $^{210}\text{Pb}$  och dotternukliderna till  $^{220}\text{Rn}$  har blivit stabilt  $^{208}\text{Pb}$ . Den

uppmätta totala betaaktiviteten består sålunda av  $^{210}\text{Pb}$  och eventuell konstgjorda radioaktiva ämnen. Mätningarna utförs med en automatisk alfa/beta-analysator med proportionalitetsräknare.

### Mätresultat

I bild 4.2 visas koncentrationer av långlivad betaaktivitet på åtta bevakningsstationer under året 2007. Kurvorna visar närmast halten av  $^{210}\text{Pb}$  i luften nära marken. Eftersom atmosfärens  $^{210}\text{Pb}$  kommer från  $^{222}\text{Rn}$  i marken, varierar halten av  $^{210}\text{Pb}$  i takt med väderläget i stort, det vill säga luftmassornas stabilitet och ursprung. De högsta halterna finns i kontinentala luftmassor och de minsta i luft som rört sig ovanför hav eller arktiska områden. Någon exceptionellt hög betaaktivitet kunde inte observeras under året 2007.

---

Kontaktperson: Jussi Paatero, Meteorologiska institutet ([jussi.paatero@fmi.fi](mailto:jussi.paatero@fmi.fi))

## 4 Gross beta activity of ground-level air

The Finnish Meteorological Institute (FMI) has monitored gross beta activity of aerosol particles since 1959. Weekly aerosol samples were collected at eight stations in 2007, using filter sampling (Figure 4.1).

### Sample collection

Filters of the samplers operating on a weekly cycle are changed every Monday at 06 UTC. The sampling equipment uses two rectangular paper or glass fibre filters with a filtering area of 120 mm × 140 mm. The weekly air volumes are 800 m<sup>3</sup> and 4000 m<sup>3</sup> for paper and glass fibre filters, respectively.

### Measurements

The gross beta activity content of the filters are measured five days after the end of sampling when the short-lived radon (<sup>222</sup>Rn) daughters have decayed to <sup>210</sup>Pb and the thoron (<sup>220</sup>Rn) daughters have decayed to stable <sup>208</sup>Pb. Therefore the measured gross beta activity consists of <sup>210</sup>Pb and possible artificial beta emitters. The measurements

are carried out with an automatic alpha/beta analyser equipped with proportional counters as detectors.

### Results

The observed gross beta activity concentrations at eight monitoring stations in 2007 are presented in Figure 4.2. The curves are essentially records of the concentration of <sup>210</sup>Pb, the long-lived daughter nuclide of the radioactive noble gas <sup>222</sup>Rn which enters the atmosphere by diffusion from the ground. Concentration of <sup>210</sup>Pb depends mainly on the stability and origin of the air masses at the site. The highest concentrations are associated with continental air masses. By contrast, the lowest concentrations are associated with maritime and Arctic air masses because in these areas there are practically no sources of radon. No exceptional beta activity in outdoor air was detected in 2007 within the FMI's monitoring programme.

---

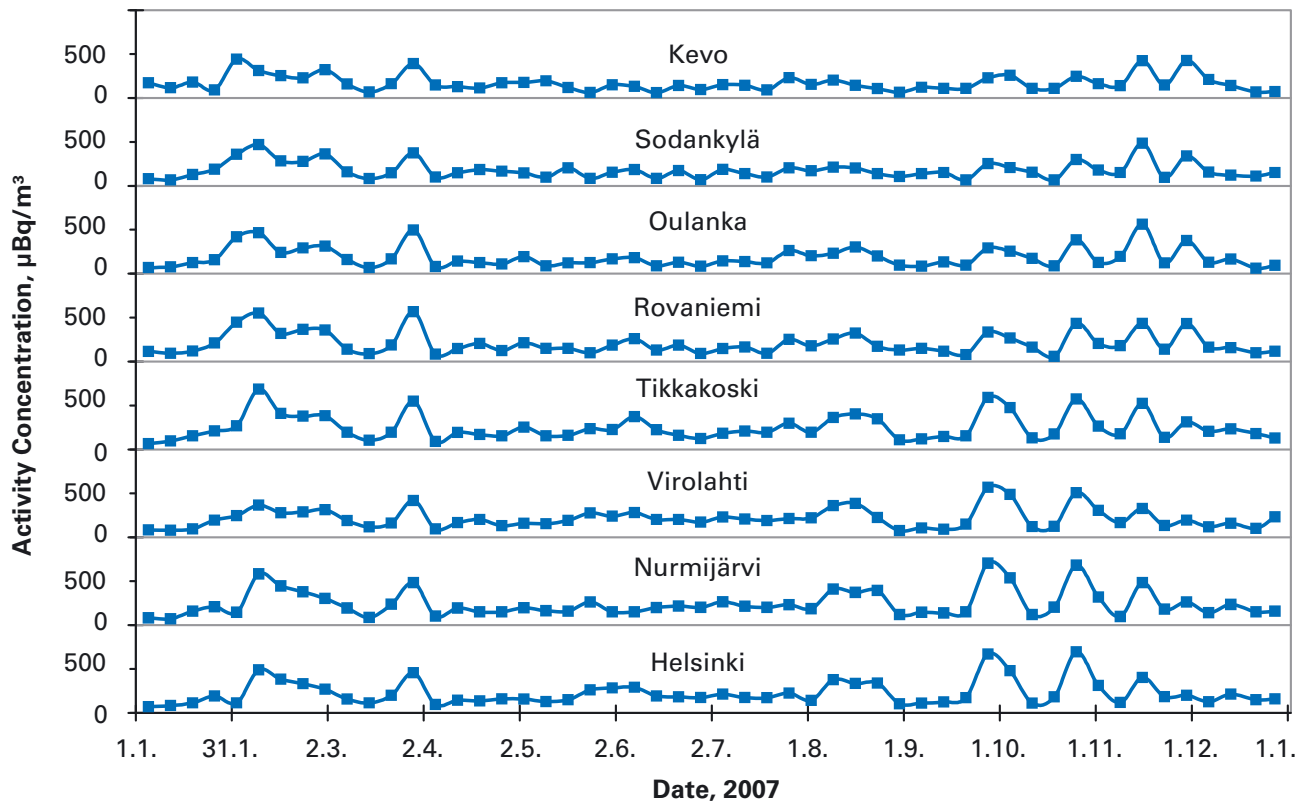
Contact person: Jussi Paatero, Finnish Meteorological Institute ([jussi.paatero@fmi.fi](mailto:jussi.paatero@fmi.fi))

**Kuva 4.1.** Seuranta-  
asemat vuoden 2007  
lopussa.

**Bild 4.1.** Bevaknings-  
stationerna på slutet  
av året 2007.

**Fig. 4.1.** Monitoring  
stations in the end of  
the year 2007.





**Kuva 4.2.** Aerosolin pitkäikäisen beeta-aktiivisuuden pitoisuudet ( $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ ) vuonna 2007.

**Bild 4.2.** Koncentrationer ( $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ ) av långlivad betaaktivitet i aerosoler år 2007.

**Fig. 4.2.** Concentrations of aerosol-bound long-lived gross beta activity ( $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ ) in 2007.

## 5 Laskeuman radioaktiiviset aineet

Radioaktiivisella laskeumalla tarkoitetaan pölynä tai sadeveden mukana maahan ja veteen laskeutuneita radioaktiivisia aineita. Laskeumanäytteiden analysointi antaa tietoa eri puolille maata tulevien radioaktiivisten aineiden määristä ja on lähtökoh- ta tutkimuksille, jotka käsittelevät radioaktiivisten aineiden kulkeutumista maa- ja vesiympäristössä.

### Näytteiden keräys

Laskeumanäytteitä kerätään jatkuvasti samoilla yhdeksällä paikalla kuin ilmanäytteitä (kuva 3.1). Näytteen keräysjakso on tavallisesti yksi kuukau- si. Laskeumanäytteet kerätään ruostumattomasta teräksestä valmistetulla laitteella, jonka keräysala on 0,07 m<sup>2</sup>. Laite ei erota sateen mukana tullutta märkää laskeumaa ja kuivaa laskeumaa toisis- taan, vaan kerää ne yhteen. Talviajan näytteiden keruun helpottamiseksi laitteessa on lämmitysvas- tus, mikä pitää näytteen sulana ja varmistaa sen, että kaikki keräysastiaan satanut lumi tulee mu- kaan näytteeseen.

### Näytteiden käsittely ja analysointi

Laboratoriossa näytteisiin lisätään stabiilia stron- tiumia ja cesiumia kantaja-aineksiksi, ja näyt- teet tehdään happamiksi typpihapolla. Näytteet konsentroidaan haihduttamalla lämpölamppujen alla ja haihdutusjäännökset tuhitetaan. Gamma- säteilyä lähettävät radioaktiiviset aineet analysoi- daan gammaspektrometrisesti tuhitetusta näyt- teestä. Strontium erotetaan näytteestä ekstraktio-

kromatograafisella menetelmällä, minkä jälkeen <sup>90</sup>Sr määritetään tytärnuklidinsa <sup>90</sup>Y:n kautta matala- taustaisella verrannollisuuslaskurilla (kuva 5.3).

Kahden aseman sadevesinäytteistä määrite- tään cesiumin lisäksi myös tritiumpitoisuudet. Näytteet tislataan ja tritium mitataan nestetuike- spektrometrilla.

### Tulokset

Vuoden 1986 jälkeen laskeumanäytteissä havaitut <sup>137</sup>Cs ja <sup>90</sup>Sr ovat peräisin pääasiassa Tshernobylin onnettomuudesta. Laskeuman mukana tulleet ra- dioaktiiviset aineet liikkuvat paikallisesti, ja pieni osa niistä joutuu uudelleen ilmaan.

Taulukossa 5.1 on <sup>137</sup>Cs:n ja <sup>90</sup>Sr:n laskeumat (Bq/m<sup>2</sup>) vuonna 2007. Kuukausilaskeumat eri paikkakunnilla olivat pienet, useilla asemilla alle havaitsemisrajan. Yleisimmin käytetyillä mittaus- ajoilla <sup>137</sup>Cs:n havaitsemisraja on noin 0,07–0,2 Bq/m<sup>2</sup>/kk. Havaitsemista voidaan parantaa lisää- mällä mittausaikaa.

Kuvassa 5.1 on <sup>137</sup>Cs- ja <sup>90</sup>Sr-laskeumat (Bq/ m<sup>2</sup>/kk) Helsinginseudulla vuodesta 1960 alkaen. Ennen vuotta 1986 havaittu laskeuma on peräisin ilmakehään tehdyistä ydinasekokeista. Tälle las- keumalle on tyypillistä kuvissa näkyvä vuodenai- kaisvaihtelu. Sadeveden tritiumpitoisuudet vuonna 2007 olivat pienet, yleensä vain 1–2 Bq/l (kuva 5.2).

Yhteyshenkilö: Ulla-Maija Hanste, Säteilyturva- keskus ([ulla-maija.hanste@stuk.fi](mailto:ulla-maija.hanste@stuk.fi))



## 5 Radioaktiva ämnen i nedfall

Med radioaktivt nedfall avses radioaktiva ämnen som fallit ner på marken eller i vattnet som dammkorn eller i regndroppar. Analys av prov på nedfallet ger uppgifter om mängden radioaktiva ämnen på olika håll i landet och är en utgångspunkt för forskning som gäller radioaktiva ämnens spridning i marken och i vattendrag.

### Provtagning

Prov på nedfallet insamlas fortlöpande på samma nio orter där man tar luftprov (bild 3.1). Nedfallsproven tas med en apparat av rostfritt stål, vars insamlingsyta är 0,07 m<sup>2</sup>. Apparaten skiljer inte på torrt nedfall och vått nedfall som kommit med regn, utan proven slås ihop. På vintern underlättas provtagningen av ett uppvärmningsmotstånd i apparaten, vilket håller apparaten ofrusen och garanterar det att all snö som fallit på provkärlet kommer med i provet. Proven insamlas vanligen under en månad åt gången.

### Hantering och analys av proven

I laboratoriet tillsätter man stabilt strontium och cesium som bärare och proven görs sura med salpetersyra. Proven koncentreras genom att man låter dem indunsta under värmelampa, varefter de föraskas. De radioaktiva ämnen som ger gammastrålning analyseras med gammaspektrometer ur de föraskade proven. Strontium avskiljs från proven med extraktionkromatografiska metoden, varefter mängden <sup>90</sup>Sr bestäms genom att mäta dot-

ternukliden <sup>90</sup>Y i en proportionalitetsräknare med låg bakgrundsstrålning (bild 5.3).

I regnvatten från två stationer bestäms också tritiumhalter. Proven destilleras och tritium mäts med vätskescintillationsspektrometer.

### Resultat

<sup>137</sup>Cs och <sup>90</sup>Sr som uppmätts i nedfallsproven efter 1986 härstammar huvudsakligen från Tjernobylyckan. De radioaktiva ämnena som kommit med nedfallet rör på sig lokalt och en liten del av dem hamnar på nytt i luften.

I tabell 5.1 syns nedfallet av <sup>137</sup>Cs och <sup>90</sup>Sr (Bq/m<sup>2</sup>) år 2007. Det månatliga nedfallet på de olika orterna var små, vid många mätstationer var nedfallet under observationsgränsen. Med de oftast använda mättiderna blir observationsgränsen för <sup>137</sup>Cs ca 0,07–0,2 Bq/m<sup>2</sup>/mån. Observationsmöjligheterna kan förbättras genom att förlänga mättiden.

Bild 5.1 visar nedfallet av <sup>137</sup>Cs och <sup>90</sup>Sr (Bq/m<sup>2</sup>/mån) i Helsingforsregionen från år 1960. Nedfallet före år 1986 härstammar från kärnvapenprov i atmosfären. Typiskt för detta nedfall är årstidsvariationerna som framgår av bilden. Regnvattnets tritiumhalter var låga år 2007, oftast endast 1–2 Bq/l (bild 5.2).

---

Kontaktperson: Ulla-Maija Hanste, Strålsäkerhetscentralen ([ulla-maija.hanste@stuk.fi](mailto:ulla-maija.hanste@stuk.fi))

## 5 Radionuclides in deposition

Radioactive substances can be deposited as dry deposition or as wet deposition with rain. The analyses of deposition samples provide information on the regional distribution of deposited radionuclides and found a basis for research concerning the transfer of radioactive substances in terrestrial and aquatic environments.

### Sampling

Deposition samples are collected continuously at nine sites which are the same sites as for air sampling (Fig. 3.1). The usual sampling period is one month. The sampling collectors are made of stainless steel with a surface area of 0.07 m<sup>2</sup>. The deposition samplers do not separate wet and dry deposition but collected them simultaneously. In order to facilitate sampling in wintertime, there is a light heating resistor inside the collector that melts the snow and ice accumulated in the funnel thus ensuring it is included in the sample.

### Pre-treatment and analyses

In the laboratory, known amounts of Sr and Cs carriers are added to the samples and the samples are acidified with nitric acid. The samples are concentrated by evaporating them under infrared thermal lamps, and the residues are ashed. The ashed samples are analysed for gamma-emitting radionuclides with gamma spectrometers. Strontium is separated by an extraction chromatographic method, and thereafter <sup>90</sup>Sr is determined via

its daughter nuclide <sup>90</sup>Y, measured with a low background proportional beta counter (Fig. 5.3). In addition to <sup>137</sup>Cs, concentrations of <sup>3</sup>H are determined in rainwater samples from two stations. The samples are distilled and then measured with liquid scintillation spectrometry.

### Results

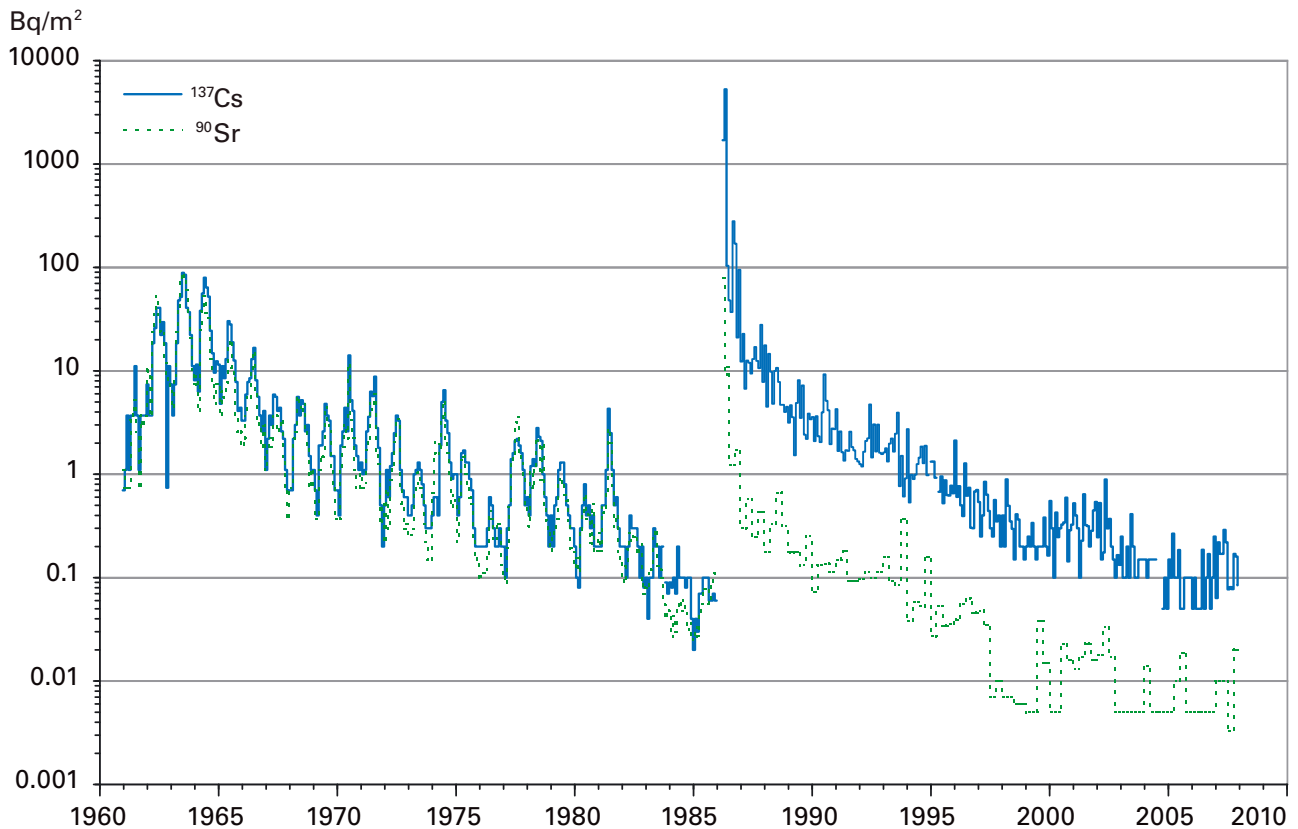
The amounts of <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr observed in the deposition samples after 1986 originate mainly in the Chernobyl accident. The deposited radionuclides circulate locally, and a small amount ends up back in the air.

Table 5.1 shows the depositions of <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr (Bq/m<sup>2</sup>) in 2007. The monthly depositions of <sup>137</sup>Cs at the different sites were low, and at some stations they were below the detection limit. The most commonly used counting times give <sup>137</sup>Cs a detection limit of approximately 0.07–0.2 Bq/m<sup>2</sup>/month. The detection limit can be lowered by using longer counting times.

Figure 5.1 presents the depositions of <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr (Bq/m<sup>2</sup>/month) in the Helsinki area since 1960. As the figure illustrates, before 1986 the regular seasonal fluctuation is typical of this stratospheric deposition. In 2007, the concentrations of tritium in rainwater were low, typically only 1–2 Bq/l (Fig. 5.2).

---

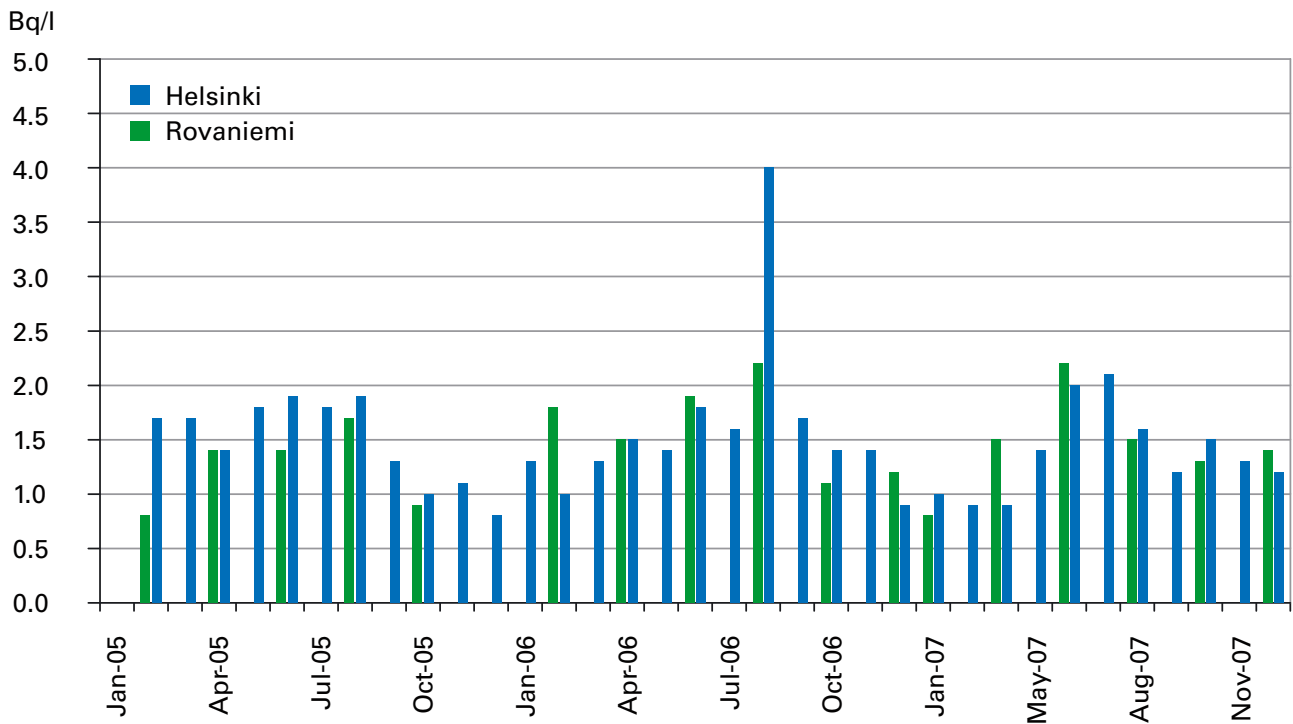
Contact person: Ulla-Maija Hanste, Radiation and Nuclear Safety Authority ([ulla-maija.hanste@stuk.fi](mailto:ulla-maija.hanste@stuk.fi))



**Kuva 5.1.**  $^{137}\text{Cs}$ - ja  $^{90}\text{Sr}$ -laskeumat Helsingin seudulla 1960–2007.

**Bild 5.1.** Nedfall av  $^{137}\text{Cs}$  och  $^{90}\text{Sr}$  i Helsingforsregionen åren 1960–2007.

**Fig. 5.1.** Depositions of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  in the Helsinki area during 1960–2007.



**Kuva 5.2.** Tritiumpitoisuudet (Bq/l) Helsingin ja Rovaniemen sadevesinäytteissä 2005–2007.

**Bild 5.2.** Halter av tritium (Bq/l) i regnvatten i Helsingfors och i Rovaniemi år 2005–2007.

**Fig. 5.2.** Activity concentrations (Bq/l) of tritium ( $^3\text{H}$ ) in rainwater in Helsinki and Rovaniemi, 2005–2007.

**Taulukko 5.1.**  $^{137}\text{Cs}$ - ja  $^{90}\text{Sr}$ -laskeumien neljännesvuosi- ja vuosisummat eri paikkakunnilla vuonna 2007 ( $\text{Bq}/\text{m}^2$ ).

**Tabell 5.1.** Nedfall av  $^{137}\text{Cs}$  och  $^{90}\text{Sr}$  under kvartalen och hela året 2007 på olika orter ( $\text{Bq}/\text{m}^2$ ).

**Table 5.1.** Quarterly and annual depositions of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  at various stations in 2007 ( $\text{Bq}/\text{m}^2$ ).

	1 <sup>st</sup> quarter		2 <sup>nd</sup> quarter		3 <sup>rd</sup> quarter		4 <sup>th</sup> quarter		Whole year	
	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$
Helsinki	0.5	<0.03	0.7	<0.03	<0.2	<0.01	0.4	0.07	1.8	<0.1
Imatra	0.6	<0.03	0.3	<0.03	0.5	0.04	0.2	0.10	1.6	0.2
Ivalo	—*)	<0.03	<0.1	0.06	<0.1	<0.05	<0.01	<0.10	<0.2	<0.2
Kajaani	0.7	0.06	0.4	0.05	<0.2	0.11	0.4	0.04	1.7	0.3
Kotka	0.9	<0.03	1.6	0.12	5.1	0.11	5.9	0.13	13.5	0.4
Kuopio	1.8	<0.03	0.4	<0.03	0.4	<0.01	0.4	0.05	3.0	0.1
Rovaniemi	—*)	0.06	<0.2	0.06	0.1	0.07	0.06	0.10	0.4	0.3
Sodankylä	—*)	<0.03	<0.1	<0.05	<0.1	<0.05	<0.06	<0.10	<0.3	<0.2
Ylöjärvi	0.5	0.04	1.4	0.05	1.1	0.10	0.4	0.03	3.4	0.2

\*) Not measured.



**Kuva 5.3.** Verrannollisuuslaskurin käyttö.

**Bild 5.3.** Användning av proportionallitetsräknare.

**Fig. 5.3.** Use of proportional beta counter.

## 6 Pintaveden radioaktiiviset aineet

Analysoimalla säännöllisesti pintaveden radioaktiivisia aineita saadaan tietoa niiden ajallisesta käyttäytymisestä. Eri vesistöalueilta otetut näytteet antavat kuvan radionuklidien alueellisesta vaihtelusta.

### Näytteenotto

Pintavesinäytteitä otetaan neljä kertaa vuodessa kolmen suuren joen, Kymijoen, Oulujoen ja Kemijoen, suista (kuva 6.1). Näytteenottokuukaudet ovat maaliskuu, touko, elo- ja lokakuu.

### Näytteiden käsittely ja analysointi

Laboratoriossa näytteisiin lisätään stabiilia strontiumia ja cesiumia kantaja-aineksiksi, ja näytteet tehdään happamiksi typpihapolla. Näytteet konsentroidaan haihduttamalla lämpölamppujen alla kuiviin, jonka jälkeen ne tuhitetaan. Tuhitetuista näytteistä määritetään  $^{137}\text{Cs}$  ja mahdolliset muut gammanuklidit gammaspektrometrisesti. Strontium erotetaan näytteestä ekstraktiokromatografisella menetelmällä, ja  $^{90}\text{Sr}$  mitataan nestetuikespektrometrilla.

### Tulokset

Tshernobylin laskeuman epätasainen alueellinen jakautuminen sekä  $^{137}\text{Cs}$ :n ja  $^{90}\text{Sr}$ :n erilainen käyttäytyminen vesiympäristössä näkyy pintavesien tuloksissa. Toisin kuin Tshernobyl-laskeuma, ydinkoelaskeuma jakautui Suomeen lähes tasaisesti. Ydinkoelaskeuman vaikutukset näkyvät edelleen Pohjois-Suomen joissa.

Kymijoessa  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuudet ovat edelleen korkeammat kuin  $^{90}\text{Sr}$ -pitoisuudet, koska sen valuma-alueelle keväällä 1986 tullut  $^{137}\text{Cs}$ -laskeuma oli huomattavasti suurempi kuin sinne tullut  $^{90}\text{Sr}$ -laskeuma.

Sen sijaan Kemijoessa, jonka valuma-alueelle  $^{137}\text{Cs}$ :a tuli huomattavasti vähemmän kuin Kymijoen alueelle, vedestä nopeammin vähenevän  $^{137}\text{Cs}$ :n pitoisuudet ovat jo selvästi pienemmät kuin hitaammin vedestä poistuvan  $^{90}\text{Sr}$ :n. Kymijoen  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuudet olivat lähes 15-kertaisia ja  $^{90}\text{Sr}$ -pitoisuudet lähes 3-kertaisia Kemijoen vastaaviin pitoisuuksiin verrattuna (kuva 6.1).  $^{137}\text{Cs}$ - ja  $^{90}\text{Sr}$ -pitoisuudet olivat kaikissa näissä kolmessa joessa samaa tasoa tai hieman pienempiä kuin vuonna 2006.

Yhteyshenkilö: Ulla-Maija Hanste, Säteilyturvakeskus ([ulla-maija.hanste@stuk.fi](mailto:ulla-maija.hanste@stuk.fi))

## 6 Radioaktiva ämnen i ytvatten

Genom att regelbundet analysera radioaktiva ämnen i ytvatten får man uppgifter om hur ämnena förekommer i vattenmiljö under olika tidpunkter. Prov från olika vattendrag ger en bild av radionuklidernas regionala spridning.

### Provtagning

Ytvattenprov tas fyra gånger om året vid mynningen av tre stora älvar; Kymmene älv, Ule älv och Kemi älv (bild 6.1). Proven tas i mars, maj, augusti och oktober.

### Hantering och analys av proven

I laboratoriet tillsätts strontium- och cesiumbärare till proven och proven görs sura med salpetersyra. Proven koncentreras genom att man låter dem indunsta under värmelampa, varefter de föraskas. Ur de föraskade proven analyseras  $^{137}\text{Cs}$  med gammaspektrometer. Strontium avskiljs med extraktionkromatografi, varefter mängden  $^{90}\text{Sr}$  bestäms med vätskescintillationsspektrometer.

### Resultat

Halten av radioaktiva ämnen i ytvatten visar den ojämna regionala fördelningen av nedfallet från Tjernobyl samt att  $^{137}\text{Cs}$  och  $^{90}\text{Sr}$  beter sig olika i vattenmiljöer. Till skillnad från Tjernobylnedfallet fördelade sig nedfallet från kärnvapenprov nästan jämnt över Finland. Påverkan av nedfallet från kärnvapenprov syns fortfarande i Norra Finlands älvar.

I Kymmene älv är halterna av  $^{137}\text{Cs}$  fortfarande högre än halterna av  $^{90}\text{Sr}$  eftersom nedfallet av  $^{137}\text{Cs}$  som kom vid älvens avrinningsområde våren 1986 var betydligt större än nedfallet av  $^{90}\text{Sr}$ .

I Kemi älv, på vars avrinningsområde det kom betydligt mindre  $^{137}\text{Cs}$  än vid Kymmene älv, är däremot halterna av  $^{137}\text{Cs}$  redan klart lägre än halterna av  $^{90}\text{Sr}$  som försvinner långsammare från vatten än  $^{137}\text{Cs}$ . År 2007 var halterna av  $^{137}\text{Cs}$  i Kymmene älv nästan 15-faldiga och halterna av  $^{90}\text{Sr}$  nästan trefaldiga jämfört med motsvarande halter i Kemi älv (bild 6.1). Halterna av  $^{137}\text{Cs}$  och  $^{90}\text{Sr}$  i alla dessa tre älvar var ungefär lika eller något lägre än år 2006.

---

Kontaktperson: Ulla-Maija Hanste, Strålsäkerhetscentralen ([ulla-maija.hanste@stuk.fi](mailto:ulla-maija.hanste@stuk.fi))

## 6 Radioactive substances in surface water

The continuous analysis of radioactive substances in surface water produces information on the temporal behaviour of radionuclides in aquatic environments. Samples taken from different water systems show the areal variation in the concentrations of radionuclides.

### Sampling

Samples of surface water are taken four times a year from the mouths of three major rivers in Finland, Kymijoki, Oulujoki and Kemijoki (Figure 6.1). Sampling is done in March, May, August and October.

### Pre-treatment and analyses

In the laboratory, known amounts of Sr and Cs carriers are added to the samples, and they are acidified with nitric acid. The samples are concentrated by evaporating them under infrared thermal lamps, after which the dry residues are ashed. Gamma-emitting radionuclides are analysed with gamma spectrometers on the ashed samples. Strontium is separated by an extraction chromatographic method, and  $^{90}\text{Sr}$  is measured with a liquid scintillation spectrometer.

### Results

The results of the surface water analyses show the uneven areal distribution of the Chernobyl fallout and the different behaviour of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  in an aquatic environment. The fallout from nuclear weapon tests was rather evenly distributed throughout Finland. Its traces are still observed in the river water from northern Finland.

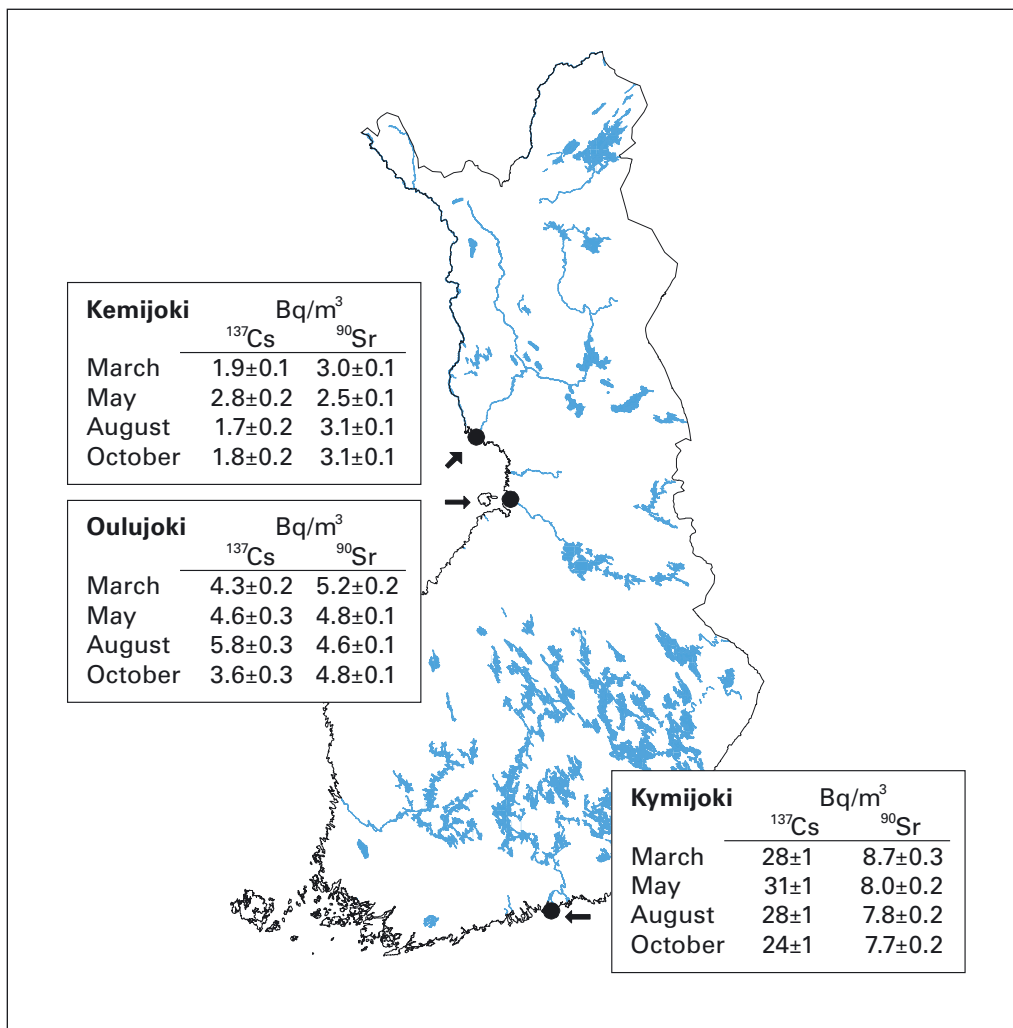
The concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  in Kymijoki are still higher than those of  $^{90}\text{Sr}$  because the amount of  $^{137}\text{Cs}$  that was deposited in the river catchment in spring 1986 was considerably larger than that of  $^{90}\text{Sr}$ . Therefore, in spite of the faster decrease of  $^{137}\text{Cs}$ , the concentration of  $^{137}\text{Cs}$  in the water of this river is still higher than that of  $^{90}\text{Sr}$ .

On the other hand, in Kemijoki, where the  $^{137}\text{Cs}$  deposition was low, the concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  are already lower than those of  $^{90}\text{Sr}$ , even if  $^{90}\text{Sr}$  remains better in the water phase than  $^{137}\text{Cs}$ . The activity concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  in Kymijoki were on average fifteen times higher and the concentrations of  $^{90}\text{Sr}$  on average three times higher than the respective contents in Kemijoki (Fig. 6.1). In 2007, the levels of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  in all the three rivers studied were about the same or slightly lower than in 2006.

---

Contact person: Ulla-Maija Hanste, Radiation and Nuclear Safety Authority ([ulla-maija.hanste@stuk.fi](mailto:ulla-maija.hanste@stuk.fi))





**Kuva 6.1.** Pintaveden näytteenottoaikat ja näytteiden <sup>137</sup>Cs- ja <sup>90</sup>Sr-pitoisuudet (Bq/m<sup>3</sup>) vuonna 2007.

**Bild 6.1.** Provtagningsplatser för ytvatten samt halter av <sup>137</sup>Cs och <sup>90</sup>Sr (Bq/m<sup>3</sup>) år 2007.

**Fig. 6.1.** The sampling sites of surface water and the activity concentrations of <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr (Bq/m<sup>3</sup>) in 2007.

**Kuva 6.2.** Näytteen gammaspektrometrinen mitaus.

**Bild 6.2.** Provet uppmätas med gammaspektrometer.

**Fig. 6.2.** Gammaspectrometric measurement of a sample.





## 7 Juomaveden radioaktiiviset aineet

Juomaveden radioaktiivisuutta seurataan, jotta voidaan arvioida juomaveden kautta aiheutuvaa säteilyaltistusta. Valvontaohjelman näytteistä analysoidaan keinotekoiset radioaktiiviset aineet, joita esiintyy yleensä vain pintavedestä tehdys- sä juomavedessä. Juomaveden  $^{137}\text{Cs}$  ja  $^{90}\text{Sr}$  ovat peräisin pääosin Tshernobyl-laskeumasta ja tritium ilmakehässä suoritetuista ydinasekokeista. Suuremman säteilyaltistuksen Suomessa aiheuttavat talousvesissä esiintyvät luonnon radioaktiiviset aineet, joiden enimmäispitoisuuksille vesilaitosten jakamassa vedessä Säteilyturvakeskus on asettanut ohjearvot (ST-ohje 12.3).

### Näytteenotto

Juomavesinäytteet otetaan kahdesti vuodessa, keväällä ja syksyllä, Oulun ja Turun vesilaitosten jakamasta vedestä sekä suoraan vesijohtovedestä samoilta paikkakunnilta, joista otetaan ruokanäytteet: Helsingistä, Tampereelta ja Rovaniemeltä (kuva 7.1). Juomavesinäytteet otetaan syksyllä samanaikaisesti ruokanäytteiden kanssa.

### Näytteiden käsittely ja analysointi

Näytteistä otetaan ensin osanäytteet tritiumin määrittämiseen. Loppuosaan lisätään strontium- ja cesiumkantajat ja tehdään typpihapolla happamiksi. Näytteet konsentroidaan haihduttamalla lämpölampun alla ja haihdutusjäännökset tuhitetaan. Tuhitetuista näytteistä analysoidaan  $^{137}\text{Cs}$  gammaspektrometrisesti. Strontium erotetaan näytteestä ekstraktiokromatografisella menetelmällä, minkä jälkeen  $^{90}\text{Sr}$  mitataan nestetuikespektrometrilla. Tritiumin määrittystä varten näyte tislataan epäpuhtauksien poistamiseksi.  $^3\text{H}$  määritetään mittaamalla tislattu näyte nestetuikespektrometrilla.

### Tulokset

Kaikkien näytteiden  $^{90}\text{Sr}$ - ja  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuudet olivat pienet vuonna 2007 vaihdellen välillä 0,001–0,022 Bq/l (taulukko 7.1). Rovaniemellä molempien nuklidien pitoisuudet olivat alle havaitsemisrajan. Havaitsemisraja  $^{137}\text{Cs}$ :lle on noin 0,001 Bq/l ja  $^{90}\text{Sr}$ :lle noin 0,0003 Bq/l. Paikkakuntien väliset radionuklidien pitoisuuserot johtuvat sekä alueiden laskeumaeroista että raakavetenä käytettyjen pinta- ja pohjavesien määristä. Tampereen raakavesi sisältää sekä pinta- että pohjavettä. Helsingissä, Oulussa ja Turussa juomavesi on lähes kokonaan pintavettä. Rovaniemellä käytetään yksinomaan pohjavettä.

Näytteiden  $^3\text{H}$ -pitoisuudet olivat 1,0–1,8 Bq/l (taulukko 7.1), ja siis paljon pienempiä kuin Euroopan neuvoston direktiivissä (98/83/EY) talousveden tritiumille asetettu raja-arvo 100 Bq/l.

### Säteilyannokset

Juomaveden  $^3\text{H}$ :sta,  $^{90}\text{Sr}$ :sta ja  $^{137}\text{Cs}$ :sta aiheutuva säteilyannos vaihteli välillä 0,03–0,4 mikroSv eri paikkakunnilla vuonna 2007; Helsingissä ja Tampereella 0,4 ja 0,3 mikroSv ja Rovaniemellä vain noin kymmenesosa edellisistä. Oulun ja Turun juomavedestä saatu annos oli noin kolmasosa Helsingin annoksesta, mutta viisinkertainen Rovaniemen annokseen verrattuna. Helsingissä  $^3\text{H}$ :n osuus juomaveden aiheuttamasta säteilyannoksesta oli vain 5 %, loppuosa aiheutui lähes saman verran  $^{90}\text{Sr}$ :sta ja  $^{137}\text{Cs}$ :sta.  $^3\text{H}$ :n osuus oli suurin Rovaniemellä, noin 60 % ja  $^{90}\text{Sr}$ :n osuus oli suurin Tampereella, noin 70 %.

Yhteyshenkilö: Ulla-Maija Hanste, Säteilyturvakeskus ([ulla-maija.hanste@stuk.fi](mailto:ulla-maija.hanste@stuk.fi))

## 7 Radioaktiva ämnen i dricksvatten

Man följer med radioaktiviteten i dricksvatten för att kunna beräkna hur stor strålningsexponering dricksvatten utgör. Proven i detta tillsynsprogram analyseras endast på konstgjorda radioaktiva ämnen, som i allmänhet endast förekommer i dricksvatten som består av ytvatten. Cesium och strontium i dricksvatten härstammar huvudsakligen från nedfallet efter olyckan i Tjernobyl och tritium härstammar från kärnvapenprov i atmosfären. Den största bestrålningen orsakas dock av naturliga radioaktiva ämnen i finländskt grundvatten, och för dessa har Strålsäkerhetscentralen uppställt åtgärdsnivåer (Strålskyddsdirektiv 12.3).

### Provtagning

Dricksvattenprov tas två gånger om året, på våren och på hösten, från vattnet som distribueras av Uleåborg och Åbo vattenverk. Därtill tas dricksvattenprov direkt från vattenledningar på samma ställen där man tar livsmedelprov: Helsingfors, Tammerfors och Rovaniemi. På hösten tas proven på dricksvatten samtidigt som proven på livsmedel (bild 7.1).

### Hantering och analys av proven

Ur proven tar man först delprov för att analysera tritium. Till resten av proven tillsätts Sr-Cs-bärare och proven görs sura med salpetersyra. Proven koncentreras genom att man låter dem indunsta under värmelampa, varefter de föraskas. Ur de föraskade proven analyseras  $^{137}\text{Cs}$  med gamma-spektrometer. Strontium avskiljs ur provet med ekstraktionskromatografisk metod, och halten av  $^{90}\text{Sr}$  mäts med vätskescintillospektrometer. För att bestämma tritium destilleras provet så att orenheter avlägsnas. Halten av  $^3\text{H}$  bestäms genom att direkt mäta det destillerade provet med vätskescintillationsspektrometer.

### Resultat

Halterna av  $^{90}\text{Sr}$  och  $^{137}\text{Cs}$  i alla prov på dricksvatten var låga år 2007, och varierade mellan 0,001 och 0,022 Bq/l (tabell 7.1). I Rovaniemi var halterna av båda nuklider under detektionsnivån. Detektionsnivån för  $^{137}\text{Cs}$  är ca 0,001 Bq/l och ca 0,0003 Bq/l för  $^{90}\text{Sr}$ . Skillnaderna mellan olika orters dricksvatten beror på att nedfallet varit olika samt att mängderna yt- och grundvatten i råvattnet är olika. Råvattnet för dricksvatten i Tammerfors innehåller både ytvatten och grundvatten. I Helsingfors, Uleåborg och Åbo är dricksvattnet nästan helt och hållet ytvatten. I Rovaniemi används enbart grundvatten, där konstgjorda radionuklider hamnar obetydligt.

Halterna av  $^3\text{H}$  varierade mellan 1,0–1,8 Bq/l (tabell 7.1) och låg alltså mycket under Europarådets direktiv (98/83/EG) som uppställer gränsvärdet 100 Bq/l för tritium i hushållsvatten.

### Stråldoser

Stråldosen orsakad av  $^3\text{H}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  och  $^{137}\text{Cs}$  i dricksvatten varierade mellan 0,03–0,4 mikroSv på olika orter år 2007; i Helsingfors och Tammerfors 0,4 och 0,3 mikroSv och i Rovaniemi endast ungefär en tiondedel av de föregående. Dosen från dricksvattnet i Uleåborg och Åbo var ungefär en tredjedel av Helsingfors dos, men femfaldig jämfört med dosen från Rovaniemi. I Helsingfors var stråldosen som orsakats av  $^3\text{H}$  i dricksvattnet endast 5%, resten orsakades nästan i samma grad av  $^{90}\text{Sr}$  och  $^{137}\text{Cs}$ . Andelen av  $^3\text{H}$  av dosen var störst i Rovaniemi, ca 60% och andelen av  $^{90}\text{Sr}$  var störst i Tammerfors, ca 70%.

---

Kontaktperson: Ulla-Maija Hanste, Strålsäkerhetscentralen ([ulla-maija.hanste@stuk.fi](mailto:ulla-maija.hanste@stuk.fi))

## 7 Radioactive substances in drinking water

Drinking water is monitored to estimate the internal radiation dose people receive via drinking water. Only artificial radionuclides, which are normally found in the drinking water comprised of surface water, are analysed in this monitoring programme. The cesium and strontium observed in drinking water originate mainly in the Chernobyl deposition, whereas tritium originates in the deposition from atmospheric nuclear weapon tests. Most radiation exposure via drinking water in Finland comes from natural radionuclides in the ground water. In 1993, STUK issued action limits for natural radionuclides in drinking water that is distributed by waterworks (ST- guide 12.3).

### Sampling

Drinking water samples are collected twice a year, in the spring and in the autumn. Samples are taken from the drinking water distributed by the waterworks in Oulu and Turku. Samples are also taken straight from tap water from three sites providing daily diet samples, i.e. Helsinki, Tampere and Rovaniemi. In the autumn, the drinking water samples are collected together with the diet samples (Fig. 7.1).

### Pre-treatment and analysis

First, a subsample is taken from the samples for tritium analysis. Known amounts of Sr and Cs carriers are added to the rest of the samples which are then acidified with nitric acid. The samples are concentrated by evaporating them under infrared thermal lamps and by ashing the dry residues. Gamma-emitting radionuclides are analysed with gamma spectrometers on the ashed samples. Strontium is separated by an extraction chromatographic method, after which  $^{90}\text{Sr}$  is measured with a liquid scintillation spectrometer. The samples for tritium analysis are distilled until dry to remove any impurities.  $^3\text{H}$  is determined by measuring the distilled samples with a liquid scintillation spectrometer.

### Results

Activity concentrations of  $^{90}\text{Sr}$  and  $^{137}\text{Cs}$  in all the samples were low in 2007, varying from 0.001 to 0.022 Bq/l (Table 7.1). In Rovaniemi the activity concentrations of both nuclides were below the detection limit. The detection limits for  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  are approximately 0.001 and 0.0003 Bq/l, respectively. The differences between the sites are due to differences in deposition and the divergent amounts of surface and ground water used as raw water. The raw water of Tampere consists of both surface and ground water. In Helsinki, Oulu and Turku, drinking water is drawn almost entirely from surface water. In Rovaniemi raw water is drawn exclusively from ground water, which is generally well protected against fallout radioactivity.

The activity concentrations of  $^3\text{H}$  varied from 1.0 to 1.8 Bq/l (Table 7.1), being thus well below the limit of 100 Bq/l that has been set for tritium in household water by the European Commission Regulation (EC) No. 98/83.

### Radiation doses

The radiation dose induced by  $^3\text{H}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  and  $^{137}\text{Cs}$  in drinking water varied between 0.03–0.4 microSv at the various sites in 2007; in Helsinki and Tampere, the doses were 0.4 and 0.3 microSv, respectively, and in Rovaniemi only one tenth of those. The radiation dose received via drinking water in Oulu and Turku was approximately a third of the dose in Helsinki but five times the dose in Rovaniemi. In Helsinki the contribution of  $^3\text{H}$  to the dose was only 5%,  $^{90}\text{Sr}$  and  $^{137}\text{Cs}$  contributed to the remaining dose in almost equal amounts. The contribution of  $^3\text{H}$  to the dose was highest in Rovaniemi, approximately 60%, and the contribution of  $^{90}\text{Sr}$  was highest in Turku, approximately 70%.

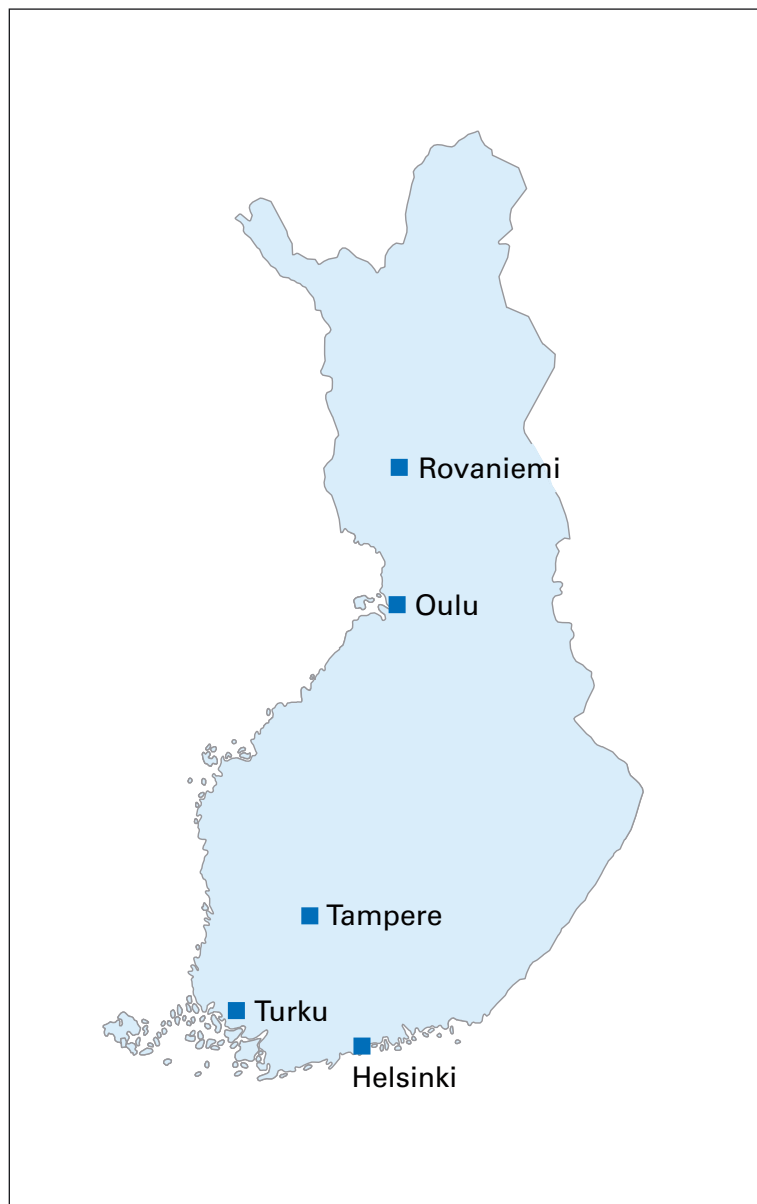
Contact person: Ulla-Maija Hanste, Radiation and Nuclear Safety Authority ([ulla-maija.hanste@stuk.fi](mailto:ulla-maija.hanste@stuk.fi))

**Taulukko 7.1.** Juomaveden  $^3\text{H}$ -,  $^{90}\text{Sr}$ - ja  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuudet (Bq/l) Helsingissä, Oulussa, Rovaniemellä, Tampereella ja Turussa.

**Tabell 7.1.** Halt av  $^3\text{H}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  och  $^{137}\text{Cs}$  i dricksvatten (Bq/l) i Helsingfors, Uleåborg, Rovaniemi, Tammerfors och Åbo.

**Table 7.1.** The concentrations of  $^3\text{H}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  and  $^{137}\text{Cs}$  in drinking water (Bq/l) in Helsinki, Oulu, Rovaniemi, Tampere and Turku.

City	Sampling date	$^3\text{H}$ , Bq/l	$^{90}\text{Sr}$ , Bq/l	$^{137}\text{Cs}$ , Bq/l
Helsinki	5.4.2007	$1.0 \pm 0.1$	$0.009 \pm 3\%$	$0.019 \pm 7\%$
	23.10.2007	$1.7 \pm 0.2$	$0.009 \pm 3\%$	$0.022 \pm 5\%$
Oulu	18.4.2007	$1.3 \pm 0.1$	$0.005 \pm 3\%$	$0.005 \pm 7\%$
	15.10.2007	$1.7 \pm 0.2$	$0.005 \pm 4\%$	$0.004 \pm 7\%$
Rovaniemi	13.4.2007	$1.1 \pm 0.1$	$<0.0003$	$<0.0005$
	15.10.2007	$1.8 \pm 0.1$	$<0.0003$	$<0.0005$
Tampere	29.3.2007	$1.0 \pm 0.1$	$0.009 \pm 3\%$	$0.004 \pm 7\%$
	17.10.2007	$1.7 \pm 0.2$	$0.009 \pm 3\%$	$0.006 \pm 7\%$
Turku	16.4.2007	$1.5 \pm 0.1$	$0.005 \pm 3\%$	$0.001 \pm 25\%$
	22.10.2007	$1.5 \pm 0.1$	$0.005 \pm 3\%$	$<0.001$



**Kuva 7.1.** Juomaveden keräyspaikkakunnat.

**Bild 7.1.** Provtagningsorter för dricksvatten.

**Fig. 7.1.** The sampling sites for drinking water.

## 8 Maidon radioaktiiviset aineet

Ihmisten eniten käyttämät tuotteet ovat maataloustuotteita. Maidon kulutus on runsasta, joten maidon radioaktiivisten aineiden seuranta on tärkeää. Ravintoketjussa ympäristössä olevat radionuklidit siirtyvät tehokkaasti rehun kautta kotieläintuotteisiin. Säteilyvalvontaohjelman meijerit on valittu sellaisilta paikkakunnilta, että saadaan mahdollisimman kattava kuva Suomessa tuotetun maidon radioaktiivisuuspitoisuuksista. Paikkakunnat edustavat myös erilaisia laskeumatasoja.

Tämä valvontaohjelma antaa kuvan maidon radioaktiivisuustasosta ja maidon kautta aiheutuvasta säteilyaltistuksesta.

### Näytteenotto

Näytteet kerätään meijereistä, jotka sijaitsevat Joensuussa, Jyväskylässä, Oulussa, Riihimäellä ja Seinäjoella (kuva 8.1). Näytteet kerätään viikoittain ja ne pakastetaan. Pakastetut näytteet yhdistetään kuukausinäytteiksi  $^{137}\text{Cs}$ - ja  $^{90}\text{Sr}$ -analysointia varten.

### Näytteiden käsittely ja analysointi

Kuukausinäytteet haihdutetaan lämpölamppujen alla ja tuhitetaan.  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuus määritetään tuhitetuista kuukausinäytteistä gammaspektrometrisesti.  $^{90}\text{Sr}$ -pitoisuuden määrittämiseksi tuhitetut näytteet yhdistetään neljännesvuosittain, strontium erotetaan näytteistä ekstraktiokromatograa-

fisella menetelmällä, minkä jälkeen  $^{90}\text{Sr}$  mitataan nestetuikespektrometrilla.

### Tulokset

Meijerimaidon  $^{137}\text{Cs}$ :n ja  $^{90}\text{Sr}$ :n alueelliset aktiivisuuspitoisuudet (Bq/l) on neljännesvuosi- ja vuosikeskiarvoina esitetty taulukossa 8.1. Meijerimaidon  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuudet vaihtelivat välillä 0,2–1,2 Bq/l. Maidon cesiumpitoisuudet olivat korkeimmat niillä alueilla, joille tuli eniten Tshernobylin onnettomuudesta johtuvaa laskeumaa. Kuvassa 8.2 on esitetty maidon keskimääräinen  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuus (Bq/l) Etelä-Suomessa tuotetussa maidossa vuodesta 1960 lähtien. Näytteenottoalue on vaihdellut eri aikoina.

Euroopan unionin alueella määritellään toimenpidetaso ja elintarvikekaupan raja-arvo (1000 Bq/l) ydinonnettomuuden tai muun säteilytilan jälkeisessä tilanteessa (87/3954/Euratom, 89/2218/EEC). Meijerimaidon  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuus oli vuonna 2007 alle tuhannesosan tästä suosituksesta.

Maidosta aiheutuva säteilyannos vuonna 2007 oli 0,0006–0,002 mSv, josta  $^{90}\text{Sr}$ :n osuus oli runsas kymmenesosa. Arviossa on oletettu maidon kuluksi 140 litraa vuodessa henkilöä kohti.

Yhteyshenkilö: Ulla-Maija Hanste, Säteilyturvakeskus ([ulla-maija.hanste@stuk.fi](mailto:ulla-maija.hanste@stuk.fi))

## 8 Radioaktiva ämnen i mjölk

Jordbruksprodukter är de produkter människor använder mest. Mjölkkonsumtionen är riklig, så det är viktigt att följa med radioaktiva ämnen i mjölk. I näringskedjan förflyttar sig radionuklider i miljön mycket effektivt via foder till husdjursprodukter. Proven på mejerimjölken från många områden ger en bild av radioaktivitetsnivån på olika områden. Mejerierna i stråltillsynsprogram har valts ut på sådana orter att man får en tillräckligt täckande bild över radioaktivitetshalterna i mjölk producerad i Finland. Orterna representerar också olika nedfallsnivåer.

Detta stråltillsynsprogram ger en bild av radioaktivitetsnivån i mjölk och stråldosen som fås via mjölk.

### Provtagning

Proven tas från mejerier i Joensuu, Jyväskylä, Uleåborg, Riihimäki och Seinäjoki (bild 8.1). Proven insamlas varje vecka och fryses ner. De frusna proven sammanslås till månadsprov för analys av  $^{137}\text{Cs}$  och  $^{90}\text{Sr}$ .

### Hantering och analys av proven

Månadsproven indunstas under värmelampa och föraskas före analysen. Halten av  $^{137}\text{Cs}$  bestäms ur de föraskade månadsproven med gammaspektrometer. För att bestämma halten av  $^{90}\text{Sr}$  sammanslås

proven kvartalsvis och strontium avskiljs först med ekstraktionskromatografisk metod varefter halten av  $^{90}\text{Sr}$  mäts med vätskescintillospektrometer.

### Resultat

I tabell 8.1 presenteras de årliga och kvartalsmedeltalen av de regionala halterna av  $^{137}\text{Cs}$  och  $^{90}\text{Sr}$  i mejerimjölk (Bq/l). Halten av  $^{137}\text{Cs}$  i mejerimjölk varierade mellan 0,2–1,2 Bq/l. Cesiumhalterna i mjölken var högre på de områden där det kom mest nedfall efter Tjernobylyckan. I bild 8.2 visas halterna av  $^{137}\text{Cs}$  sedan 1960-talet i mjölk från Södra Finland. Området för provtagning har varierat vid olika tider.

Inom EU-området bestäms åtgärdsnivån och gränsvärdet för livsmedelshandel (1000 Bq/l) efter en kärnolycka eller ett annat strålningsläge (87/3954/Euratom, 89/2219/EEC). År 2007 var halten av  $^{137}\text{Cs}$  i mejerimjölk under en tusendel av denna rekommendation.

Stråldosen som orsakades av mjölk år 2007 var 0,0006–0,002 mSv, varav andelen som  $^{90}\text{Sr}$  utgjorde var under 20%. Den uppskattade mjölkförbrukningen var 140 liter per år per person.

---

Kontaktperson: Ulla-Maija Hanste, Strålsäkerhetscentralen ([ulla-maija.hanste@stuk.fi](mailto:ulla-maija.hanste@stuk.fi))

## 8 Radioactive substances in milk

Agricultural produces form the greatest part of people's overall consumption of products. Since milk is consumed in high amounts, it is important to monitor the levels of radioactive substances in it. Grass is an efficient collector of atmospheric contaminants and radionuclides in the food chain are rapidly transferred through cattle feed to milk. The sampling sites of dairy milk in the monitoring programme are chosen to provide representative information about the radioactivity in milk produced in Finland. The sites represent different levels of deposition. The milk is monitored also in order to estimate the internal radiation dose for people via milk.

### Sampling

The samples are collected from Finnish dairies in Joensuu, Jyväskylä, Oulu, Riihimäki and Seinäjoki (Fig. 8.1). The weekly samples from each sampling site are frozen. The frozen samples are then bulked into monthly samples for  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  analyses.

### Pre-treatment and analysis

The samples are evaporated under infrared thermal lamps and ashed before the analysis. The concentration of  $^{137}\text{Cs}$  is determined by gamma spectrometric measurements on the ashed samples. In order to determine the concentration of  $^{90}\text{Sr}$ , the

ashed samples are bulked together quarterly, after which strontium is separated by an extraction chromatographic method and thereafter  $^{90}\text{Sr}$  is measured with a liquid scintillation spectrometer.

### Results

The concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  in dairy milk (Bq/l) by sampling site are presented as quarterly and annual means in Table 8.1. The concentration of  $^{137}\text{Cs}$  in milk varied between 0.2–1.2 Bq/l. The concentrations were highest in the areas with the highest deposition after the Chernobyl accident. Figure 8.2 presents concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  in milk produced in southern Finland since the 1960's. The sampling site has changed throughout the years.

The concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  observed in 2007 are about one thousandth of the action level and the maximum permitted level (1000 Bq/l) which are to be applied within the European Union after a nuclear accident (87/3954/Euratom, 89/2218/EEC).

In 2007, the radiation dose received through milk was 0.0006–0.002 mSv. Less than 20% of this radiation dose was due to  $^{90}\text{Sr}$ . The annual consumption of milk in this dose estimate was assumed to be 140 litres per capita.

---

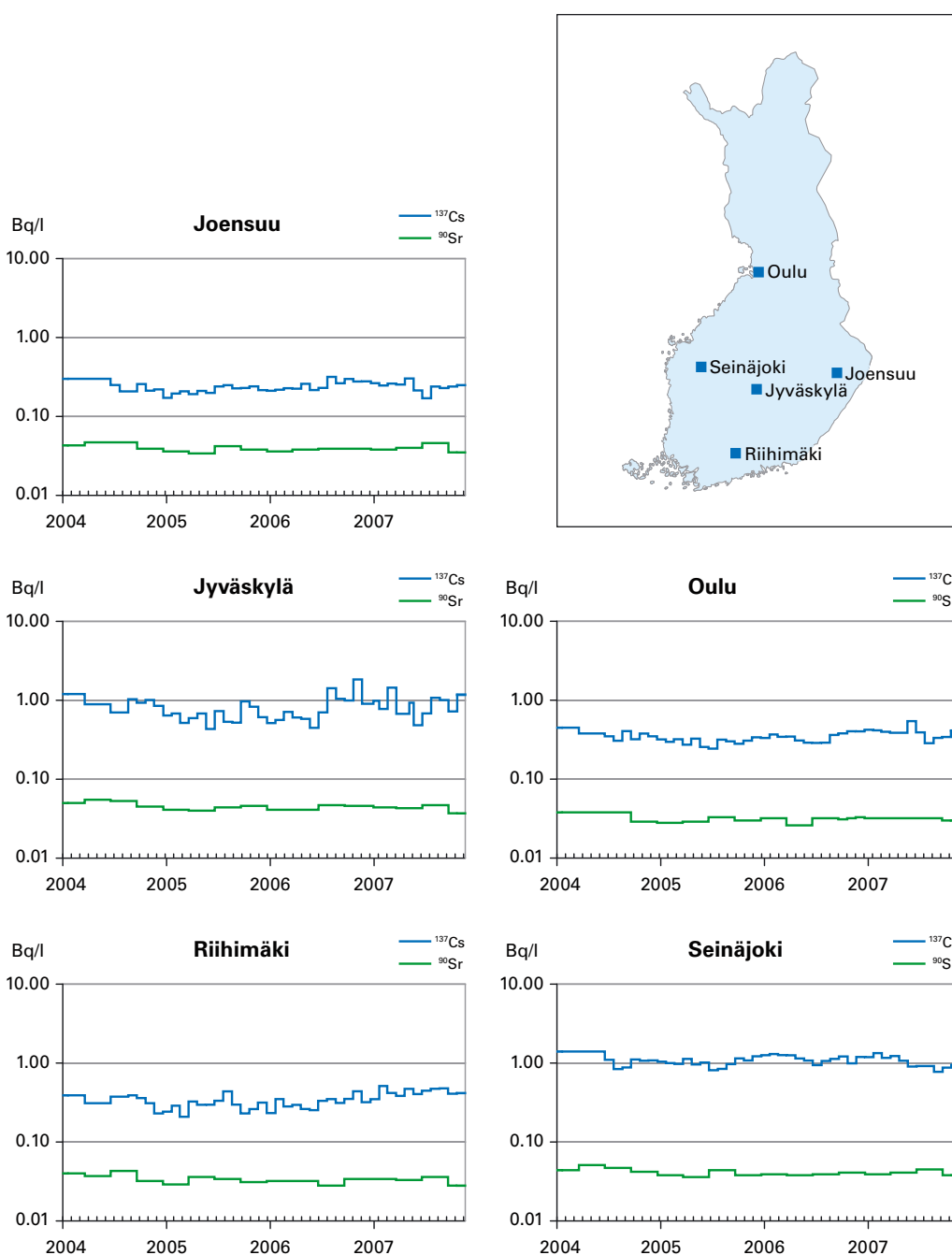
Contact person: Ulla-Maija Hanste, Radiation and Nuclear Safety Authority ([ulla-maija.hanste@stuk.fi](mailto:ulla-maija.hanste@stuk.fi))

**Taulukko 8.1.**  $^{137}\text{Cs}$ :n ja  $^{90}\text{Sr}$ :n aktiivisuuspitoisuudet (Bq/l) maidossa vuonna 2007, neljännesvuosi- ja vuosikeskiarvot.

**Tabell 8.1.**  $^{137}\text{Cs}$ - ja  $^{90}\text{Sr}$ -halter (Bq/l) i mjölk år 2007, kvartals- och årsmedeltal.

**Table 8.1.** The concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  (Bq/l) in milk in 2007, quarterly and annual means.

Site	1.1. – 31.3.		1.4. – 30.6.		1.7. – 30.9.		1.10. – 31.12.		1.1. – 31.12.	
	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$
Joensuu	0.26	0.038	0.26	0.040	0.21	0.046	0.24	0.035	0.24	0.040
Jyväskylä	1.1	0.044	0.70	0.043	0.92	0.047	0.92	0.037	0.90	0.043
Oulu	0.41	0.032	0.44	0.032	0.30	0.032	0.38	0.030	0.39	0.032
Riihimäki	0.43	0.034	0.42	0.033	0.47	0.036	0.43	0.028	0.44	0.033
Seinäjoki	1.2	0.039	1.1	0.041	0.70	0.045	0.89	0.038	0.97	0.041

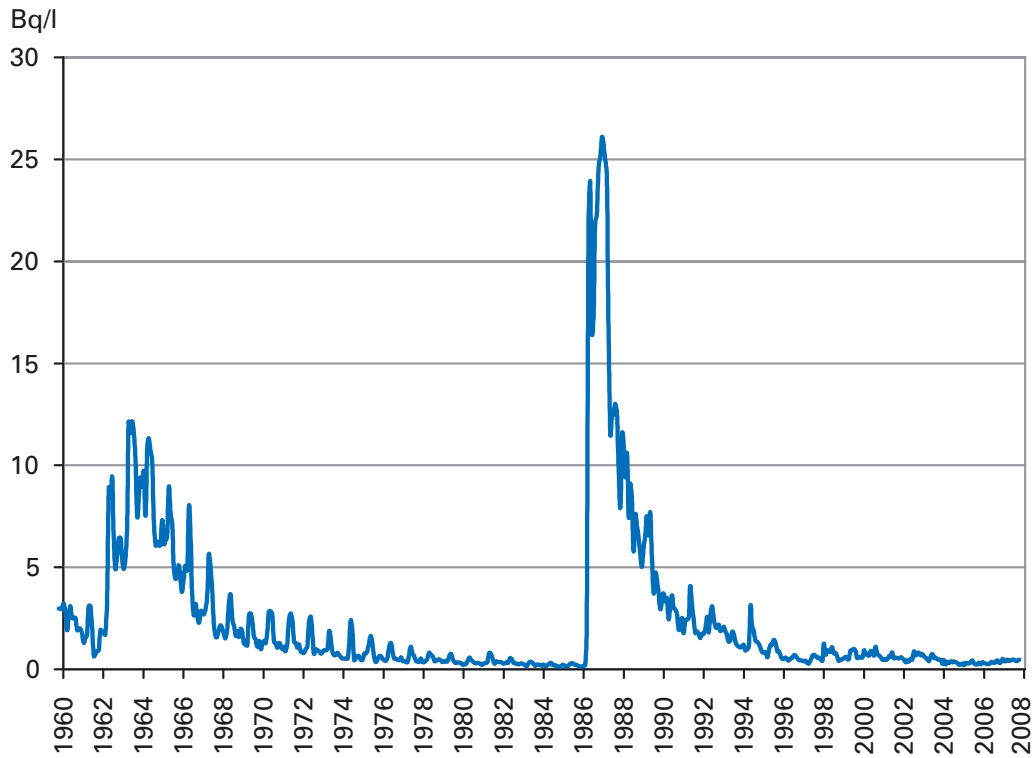


**Kuva 8.1.** Maitonäytteiden keräyspaikkakunnat ja  $^{137}\text{Cs}$ :n ja  $^{90}\text{Sr}$ :n aktiivisuuspitoisuuksien kuukausikeskiarvot maidossa (Bq/l) vuonna 2007.

**Bild 8.1.** Provtagningsorter för mjölk och månadsmedeltal av  $^{137}\text{Cs}$  och  $^{90}\text{Sr}$  (Bq/l) i mjölk 2007.

**Fig. 8.1.** The sampling sites of milk and areal concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  (Bq/l) in milk in 2007.





**Kuva 8.2.** Maidon keskimääräinen  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuus (Bq/l) Etelä-Suomessa tuotetussa maidossa vuodesta 1960 lähtien.

**Bild 8.2.** Genomsnittlig halt av  $^{137}\text{Cs}$  i mjölk (Bq/l) producerats i södra Finland sedan 1960.

**Fig. 8.2.**  $^{137}\text{Cs}$  in milk (Bq/l) in Southern Finland since 1960.



**Kuva 8.3.** Atomiabsorptiospektrometrin käyttö.

**Bild 8.3.** Användning av atom absorption spektrometer.

**Fig. 8.3.** Use of atomic absorption spectrometer.

## 9 Elintarvikkeiden radioaktiiviset aineet

### 9.1 Yhden viikon ateriat

Ympäristön säteilyvalvontaohjelmaan on sisällynyt vuodesta 1999 alkaen ruoka- ja juomanäytteet yhden vuorokauden aterioista kolmen paikkakunnan suurkeittiöistä. Vuonna 2007 vuorokauden ateriat kerättiin yhden viikon ajalta. Koko vuorokauden ruoan ja juoman analysointi antaa suoraan saannin, jossa on jo huomioitu ruoan valmistuksen vaikutukset ja kulutustekijät. Samalla saadaan arvio väestön päivittäisestä ravinnon kautta saamasta säteilyannoksesta.

Näytteenoton paikkakunnat ovat Etelä-, Keski- ja Pohjois-Suomessa edustaen suurimpia asutuskeskuksia ja elintarvikkeiden käytön alueellisia eroja. Paikkakunnat ovat Helsinki, Tampere ja Rovaniemi (kuva 9.1). Samoilta paikoilta otetaan samaan aikaan myös juomavesinäytteet suoraan vesijohtovedestä.

Kolmelta eri paikkakunnalta otetut vuorokausiruokanäytteet antavat kuvan suurkeittiöiden ruoan radioaktiivisuustasosta sekä suurkeittiöiden ruokaa käyttävien saamasta säteilyannoksesta vuonna 2007. Ruoan  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuus voi olla huomattavasti korkeampi, mikäli ravinto sisältää runsaasti luonnon tuotteita, sillä metsämarjoissa, järvikalassa, sienissä ja riistassa on vielä Tshernobyl-onnettomuudesta peräisin olevaa radioaktiivista cesiumia.

#### Näytteenotto

Aiemmista vuosista poiketen vuonna 2007 näytteet kerättiin vain syksyllä. Näytteenottopaikkoina ovat sairaaloiden suurkeittiöt. Näytteet sisältävät

vuorokauden kaikki ateriat mukaan lukien juomat ja leivät. Ruoka- ja juomanäytteet kerätään erikseen. Aterioiden vuorokauden energiasisältö on n. 7 600–9 200 kJ.

#### Näytteiden käsittely ja analysointi

Vuorokauden kiinteät ruokanäytteet yhdistetään yhdeksi näytteeksi, joka kuivataan ja homogenisoidaan. Kuivatusta vuorokausinäytteistä määritetään  $^{137}\text{Cs}$  gammaspektrometrillä mittaussuurel-  
mällä. Cesiummäärityksen jälkeen näytteet tuhitetaan ja yhdistetään  $^{90}\text{Sr}$ :n analysointia varten viikkonäytteiksi. Strontium erotetaan näytteistä ekstraktiokromatograafisella menetelmällä, jonka jälkeen  $^{90}\text{Sr}$  mitataan nestetuikespektrometrillä.

Vuorokauden juomat haihdutetaan lämpölamppujen alla ja tuhitetaan. Tuhitetut vuorokausinäytteet yhdistetään viikkonäytteiksi  $^{137}\text{Cs}$ :n ja  $^{90}\text{Sr}$ :n analysointia varten.  $^{137}\text{Cs}$  määritetään gammaspektrometrillä mittaussuurel-  
mällä. Strontium erotetaan näytteistä ekstraktiokromatograafisella menetelmällä, minkä jälkeen  $^{90}\text{Sr}$  mitataan nestetuikespektrometrillä.

#### Tulokset

Päivittäisten aterioiden sisältämät  $^{137}\text{Cs}$ - ja  $^{90}\text{Sr}$ -pitoisuudet ovat pieniä, koska suurkeittiöiden käyttämät maataloustuotteet ovat lähes puhtaita radioaktiivisista aineista. Tulosten vaihtelut johtuvat näytteenottopäivän ruoan ja sen alueellisen alkuperän vaihteluista. Vuonna 2007  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuudet ruoassa olivat 0,1–4,1 Bq/kg ja juomissa 0,2–0,4 Bq/l.  $^{137}\text{Cs}$ :n ja  $^{90}\text{Sr}$ :n saan-

ti (Bq/viikko) juomista vuonna 2007 on esitetty taulukossa 9.3. Cesiummäärityksien mittausepävarmuus oli 4–29 % ja strontiummääritysten epävarmuus oli 5 %. Päivittäinen cesiumin saanti ruoan kautta vaihteli 0,08–6 Bq/d (taulukko 9.2). Suurkeittiöiden ruokaa käyttävien ruoasta saama viikoittainen säteilyannos oli vuonna 2007 alle 0,01 mSv, josta cesiumista aiheutuva osuus oli runsaat 60 %.

## 9.2 Kaupan elintarvikkeet

Syksyllä 2007 hankittiin kaupan elintarvikkeita elintarvikeliikkeistä samoilta paikkakunnilta kuin vuorokausiruokanäytteet. Näytteiksi valittiin sekä päivittäin käytettäviä maataloustuotteita että luonnontuotteita  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuuksien määrittämistä varten. Näiden mittausten tulokset ovat taulukossa 9.1.

Mitattujen sieninäytteiden  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuudet olivat alle 600 Bq/kg. EU-alueelle tuotavien elintarvikkeiden  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuusraja on neuvoston asetuksessa 600 Bq/kg (asetus 616/2000). EU:n komission suosituksen mukaan luonnonvaraisien elintarvikkeiden kaupassa EU-alueella on noudatettava tätä samaa pitoisuusrajaa (suositus 2003/274/Euratom).

Eri elintarvikkeiden  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuuksista on yksityiskohtaisempaa tietoa Säteilyturvakeskuksen verkkosivuilla osoitteessa [www.stuk.fi](http://www.stuk.fi).

---

Yhteyshenkilö: Ulla-Maija Hanste, Säteilyturvakeskus ([ulla-maija.hanste@stuk.fi](mailto:ulla-maija.hanste@stuk.fi))

## 9 Radioaktiva ämnen i livsmedel

### 9.1 En veckas föda

Sedan 1999 har prov på mat och dryck från måltider under ett dygn i storkök på tre orter ingått i tillsynsprogrammet för strålning i miljön. År 2007 samlades dygnsmåltiderna från en hel vecka. Analys av mat och dryck från ett helt dygn ger direkt intaget, där man redan beaktat faktorer i tillredning och konsumtion av maten. Med samma får man en bedömning av den dagliga stråldos befolkningen får via föda.

Orterna för provtagning finns i Södra, Mellersta och Norra Finland och representerar de största bosättningscentra samt de regionala skillnaderna i livsmedelsbruk. Orterna är Helsingfors, Tammerfors och Rovaniemi (bild 9.1). På samma orter tas samtidigt också dricksvattenprov direkt från vattnet i vattenledningar.

De prov som tagits på tre olika orter från ett dygns maträtter ger en bild över radioaktivitetsnivå i maten från storkök samt stråldosen som de som äter mat från storkök fick år 2007. Halten av  $^{137}\text{Cs}$  i maten kan vara betydligt högre ifall födan innehåller rikligt med naturprodukter eftersom skogsbär, insjöfisk, svampar och vilt ännu innehåller radioaktivt cesium som härstammar från Tjernobylyolyckan.

#### Provtagning

Till skillnad från tidigare år uppsamlades proven år 2007 endast på hösten. Provtagningsplatserna

är storkök i sjukhus. Proven innefattar dygnets alla måltider inklusive drycker och bröd. Prov av mat och dryck uppsamlas skilt. Energinivån på måltiderna under ett dygn är ca 7 600–9 200 kJ.

#### Behandling och analys av proven

De fasta proven från ett dygns föda sammanslås till ett prov som torkas och homogeniseras. Ur de torkade proven bestäms  $^{137}\text{Cs}$  med gammaspektrometri. Efter att cesium bestämts föraskas proven och sammanslås till veckoprov för analys av  $^{90}\text{Sr}$ . Strontium avskiljs med extraktionskromatografi, varefter mängden  $^{90}\text{Sr}$  bestäms med vätskescintillationsspektrometer.

Dryckerna från ett dygn indunstas under värmelampa och föraskas. De föraskade dygnsproven sammanslås till veckoprov för analys av  $^{137}\text{Cs}$  och  $^{90}\text{Sr}$ .  $^{137}\text{Cs}$  bestäms med gammaspektrometri. Strontium avskiljs med extraktionskromatografisk metod, varefter halten av  $^{90}\text{Sr}$  bestäms med vätskescintillationsspektrometer.

#### Resultat

Halterna av  $^{137}\text{Cs}$  och  $^{90}\text{Sr}$  i dagliga måltider är låga eftersom jordbruksprodukterna som används i storkök är nästan rena från radioaktiva ämnen. Variationen i resultaten beror på variationen mellan dagen då matproven tagits, samt skillnaderna i matens regionala ursprung. År 2007  $^{137}\text{Cs}$ -halterna i föda var 0,1–4,1 Bq/kg och i dryckerna 0,2–0,4

Bq/l. Tillförsel av  $^{137}\text{Cs}$  och  $^{90}\text{Sr}$  i dryckerna ges i tabell 9.3. Bestämningen av cesium hade en mätosäkerhet på 4–29% och vid bestämningarna av strontium var felet 5%. Det dagliga intaget av cesium via föda varierade mellan 0,08–**6 Bq/d** (tabell 9.2). De som använder mat från storkök fick år 2007 stråldosen, som var under 0,01 mSv **per vecka**, varav andelen förorsakade av  $^{137}\text{Cs}$  var över 60%.

## 9.2 Livsmedel i butiker

Under hösten 2007 skaffades livsmedel från livsmedelsbutiker på samma orter där matproven från ett dygn hämtats. Till proven valdes både dagligen använda jordbruksprodukter och naturprodukter för att bestämma halterna av  $^{137}\text{Cs}$ . Resultaten från dessa mätningar finns i tabell 9.1. Halterna av  $^{137}\text{Cs}$  i de uppmätta svampproven var under 600 Bq/kg. Haltgränserna för  $^{137}\text{Cs}$  på livsmedel som hämtas till EU-området är 600 Bq/kg enligt rådets förordning (förordning 616/2000). Enligt EU-kommissionens rekommendation bör naturliga livsmedel i butiker på EU-området följa samma haltgräns (rekommendation 2003/274/Euratom).

Mer specifika detaljer om halterna av  $^{137}\text{Cs}$  i olika livsmedel finns på Strålsäkerhetscentralens webbplats [www.stuk.fi](http://www.stuk.fi).

---

Kontaktperson: Ulla-Maija Hanste, Strålsäkerhetscentralen ([ulla-maija.hanste@stuk.fi](mailto:ulla-maija.hanste@stuk.fi))

## 9 Radioactive substances in foodstuffs

### 9.1 One week diet

Since 1999 the programme for the surveillance of environmental radiation has included food and drink sampling of a day's meals prepared in institutional kitchens at three different locations. In 2007 meals were collected each day over one week. An analysis of the whole mixed diet, including both food and drinks, directly communicates the intake where the effects of preparation and factors of consumption have already been taken into account. It is thus possible to estimate the internal radiation dose that the Finnish population receives daily via ingestion.

The sampling sites are located in southern, central and northern Finland, representing the main population centres and areal differences in the consumption of foodstuffs. The sites are Helsinki, Tampere and Rovaniemi (Fig. 9.1). Drinking water samples that are obtained directly from running tap water are also collected from the same sites.

The daily diet samples from the three sampling sites give an idea of the level of radioactivity in food that is prepared in institutional kitchens as well as of the internal radiation dose of those who consume such food received via ingestion in 2007. The concentration of  $^{137}\text{Cs}$  in food may be considerably higher if an individual's diet includes a great amount of natural products, such as wild berries, lake fish, wild mushrooms and game, which still contain radioactive cesium originating in the Chernobyl accident.

#### Sampling

In contrast to previous years, the samples for 2007 were collected only in the autumn. The sampling sites comprise institutional kitchens in

hospitals. The samples consist of all the meals of a day, including drinks and bread. Food and drink samples are collected separately. The daily energy content of meals totals approximately 7 600–9 200 kJ.

#### Pre-treatment and analysis

The solid food samples collected during a day are combined into one sample, which is dried and homogenised. The  $^{137}\text{Cs}$  of the dried daily samples is determined by gamma spectrometric measurement. After they have been analysed for cesium, the samples are ashed and combined into weekly samples for  $^{90}\text{Sr}$  analysis. Strontium is separated from the samples with an extraction chromatographic method, after which  $^{90}\text{Sr}$  is measured with a scintillation spectrometer.

The drinks collected during a day are evaporated under infrared thermal lamps and ashed. The ashed daily samples are combined into weekly samples for  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  analyses.  $^{137}\text{Cs}$  is determined by gamma spectrometric measurements. Strontium is separated from the samples with an extraction chromatographic method, after which  $^{90}\text{Sr}$  is measured with a liquid scintillation spectrometer.

#### Results

The concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  in daily meals are low because the agricultural products that institutional kitchens use are almost clear of radioactive substances. The variation in the results is caused by the differences in the types of meals that were prepared on the sampling dates and in the areal origins of the food. The concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  in the solid food in 2007 ranged from 0.1–4.1 Bq/kg, and in drinks from 0.2–0.4 Bq/l. The intake

of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  via drinks are given in Table 9.3. The determination of cesium gave a measurement uncertainty of 4–29% and the determination of strontium that of 5%. The daily intake of cesium via ingestion varied between 0.08–6 Bq/d (Table 9.2). The weekly internal radiation dose received via ingestion for those who consume food prepared in institutional kitchens in 2007 was less than 0.01 mSv, more than 60% of which is due to  $^{137}\text{Cs}$ .

## 9.2 Foodstuffs on the market

In the autumn of 2007, the foodstuffs on the market were acquired from grocery shops at the same sites as the daily diet samples. Both agricultural produces and natural products that are consumed daily were selected for sampling in order to determine concentrations of  $^{137}\text{Cs}$ . The results of these measurements are presented in Table 9.1.

The concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  in the measured mushroom samples were under 600 Bq/kg. According to a Council regulation (616/2000), the maximum permitted level of  $^{137}\text{Cs}$  in foodstuffs that are imported to the EU is 600 Bq/kg. A Commission recommendation (2003/274/Euratom) further states that natural foodstuffs on the market within the EU should comply with the same maximum permitted level.

More detailed information about the concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  in different foodstuffs can be found at the STUK (Radiation and Nuclear Safety Authority) website, [www.stuk.fi](http://www.stuk.fi).

---

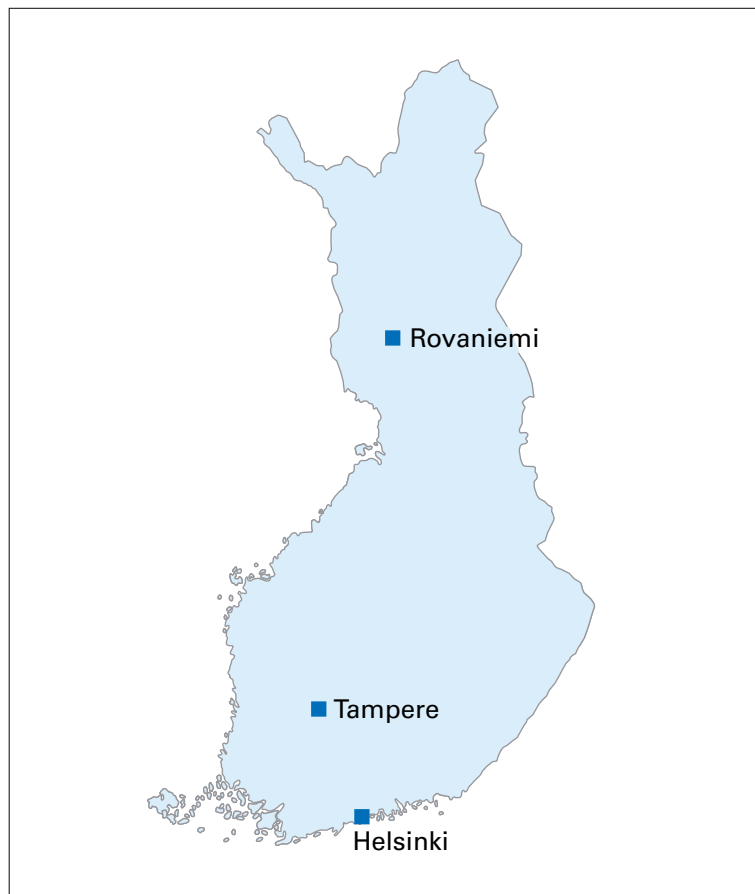
Contact person: Ulla-Maija Hanste, Radiation and Nuclear Safety Authority ([ulla-maija.hanste@stuk.fi](mailto:ulla-maija.hanste@stuk.fi))

**Taulukko 9.1.** <sup>137</sup>Cs-pitoisuudet (Bq/kg) elintarvikeliikkeistä hankituissa näytteissä vuonna 2007.

**Tabell 9.1.** <sup>137</sup>Cs i prov som köpts i livsmedelsbutiker år 2007.

**Table 9.1.** <sup>137</sup>Cs in the samples purchased from food shops in 2007.

Elintarvike	Livsmedel	Foodstuff	<sup>137</sup> Cs, Bq/kg (number of samples)					
			Helsinki		Tampere		Rovaniemi	
sianliha	svinkött	pork	0.5–1	(2)	0.4–0.9	(3)	–	–
naudanliha	nötkött	beef	0.7–28	(3)	1.5–3.0	(6)	–	–
hirvenliha	älgkött	venison	150	(1)	130	(1)	8.4	(1)
lampaanliha	fårkött	mutton	–	–	–	–	–	–
poronliha	renkött	reindeer meat	–	–	–	–	47–189	(7)
peruna	potatis	potato	<0.1–<0.4	(3)	<0.1–0.4	(6)	<0.2	(5)
kasvikset	grönsaker	vegetables	<0.1–4.1	(10)	<0.1–9.3	(15)	<0.2	(7)
metsämarjat	skogsbär	wild berries	4–25	(8)	22–254	(7)	2.3–32	(10)
sienet	svampar	mushrooms	43–295	(4)	0.1–570	(3)	–	–
järvi- ja jokikala	insjöfisk	freshwater fish	4	(1)	0.7–164	(8)	0.2–229	(15)
murtovesi- ja merikala	brack- och havsfisk	brackish water and marine fish	0.7–37	(5)	<0.1–350	(6)	6.2–31	(6)
kasvatettu kala (meri- ja sisävesiallas)	odlad fisk (havs- och insjöbassäng)	farmed fish (sea and freshwater basin)	–	–	0.6	(1)	0.5–0.8	(3)



**Kuva 9.1.** Elintarvikkeiden keräyspaikkakunnat.

**Bild 9.1.** Provtagningsorter för födoämnen.

**Fig. 9.1.** The sampling sites for diet samples.



**Taulukko 9.2.**  $^{137}\text{Cs}$ :n ja  $^{90}\text{Sr}$ :n päivittäinen saanti ruoasta vuonna 2007.

**Tabell 9.2.** Tillförsel av  $^{137}\text{Cs}$  och  $^{90}\text{Sr}$  i maten år 2007.

**Table 9.2.** The intake of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  via ingestion in 2007.

Site	Sampling date	$^{137}\text{Cs}$ (Bq/d) meal	$^{90}\text{Sr}$ (Bq/week) meal
Helsinki	15.10.2007	0.17	0.52
	16.10.2007	0.28	
	17.10.2007	0.21	
	18.10.2007	0.24	
	19.10.2007	0.24	
	20.10.2007	2.02	
	21.10.2007	0.37	
Rovaniemi	15.10.2007	0.34	0.28
	16.10.2007	0.24	
	17.10.2007	0.08	
	18.10.2007	0.27	
	19.10.2007	0.26	
	20.10.2007	1.80	
	21.10.2007	0.18	
Tampere	22.10.2007	0.42	0.36
	23.10.2007	<0.10	
	24.10.2007	0.19	
	25.10.2007	0.90	
	26.10.2007	6.00	
	27.10.2007	0.22	
	28.10.2007	0.15	

**Taulukko 9.3.**  $^{137}\text{Cs}$ :n ja  $^{90}\text{Sr}$ :n päivittäinen saanti juomista vuonna 2007.

**Tabell 9.3.** Tillförsel av  $^{137}\text{Cs}$  och  $^{90}\text{Sr}$  i dryckerna år 2007.

**Table 9.3.** The intake of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  via drinks in 2007.

Site	Sampling date	$^{137}\text{Cs}$ (Bq/week) drinks	$^{90}\text{Sr}$ (Bq/week) drinks
Helsinki	25.10.2007	3.6	0.2
Rovaniemi	18.10.2007	1.4	0.1
Tampere	18.10.2007	1.9	0.1

## 10 Radioaktiiviset aineet ihmisessä

Ihminen voi saada radioaktiivisia aineita elimistönsä hengittämällä tai ravinnon mukana. Nämä aineet ovat joko luonnollista alkuperää tai keinotekoisesti synnitettyjä. Näistä gammasäteilyä lähettäviä aineita voidaan mitata suoraan ihmisen kehosta. Mittaukset tehdään ns. kokokehomittauslaitteistoilla, joista toinen on kiinteästi asennettuna laboratorioon Helsingissä ja toinen on kuorma-autoon rakennettu. Kiinteästi asennettu mittauslaitteisto otettiin käyttöön vuonna 1965 ja liikkuva yksikkö kymmenen vuotta myöhemmin.

### Mittaukset

Kiinteä mittauslaitteisto on sijoitettu 80 tonnia painavaan rautahuoneeseen. Paksujen rautaseinien tarkoituksena on vaimentaa ympäristöstä tulevaa taustasäteilyä. Liikkuva yksikkö painaa noin 2 tonnia, kuvat 10.1 ja 10.2. Helsingin ulkopuoliset mittaukset tehdään yleensä liikkuvalla yksiköllä. Mittauslaitteistoon kuuluu mittaustuoli, johon mitattava henkilö asettuu ja sen yläpuolella oleva gammasäteilyä havaitseva ilmaisin. Mitattava aktiivisuusmäärä on yleensä pieni ja siksi ympäristöstä tulevan taustasäteilyn vaimentamiseksi tuoli on tehty lyijystä ja säteilyilmaisimien ympäröity lyijyvaipalla.

Kokokehomittauksessa ihmiseen ei kohdistu säteilyä. Mittaus perustuu kehossa olevien radioaktiivisten aineiden hajotessaan lähettämän gammasäteilyn havaitsemiseen. Tällä hetkellä yleisin

Suomessa väestöstä kokokehomittauksissa havaittu keinotekoinen radioaktiivinen aine on  $^{137}\text{Cs}$ .

### Mitattavat ihmisryhmät

Suomessa on vuodesta 1965 lähtien seurattu helsinkiläistä vertailuryhmää. Vuodesta 1999 alkaen on tämän ryhmän lisäksi mitattu Helsingistä, Rovaniemeltä ja Tampereelta (2001 alkaen) kouluympäristöstä valittuja ryhmiä. Näiden neljän ryhmän tulosten perusteella arvioidaan suomalaisten saama säteilyannos keinotekoisista radioaktiivisista aineista. Tampere edustaa Suomessa Tshernobylin onnettomuuden aiheuttaman korkeimman laskeuman aluetta.

Helsingin, Tampereen ja Rovaniemen kouluryhmät koostuvat vapaaehtoisista oppilaista ja opettajista. Koulut on valittu siksi, että samassa mitauspaikassa on eri-ikäisiä henkilöitä. Mitattavilta kysytään lyhyesti ruokavaliosta ja tiettyjen runsaasti radioaktiivista cesiumia sisältävien elintarvikkeiden kulutuksesta.

### Tulokset

Mittaustulokset ovat kuvassa 10.3. Kuvassa oleviin tuloksiin sisältyvät vain aikuisten (yli 14-vuotiaiden) mittaustulosten mediaanit. Tässä yhteydessä mediaani on parempi tunnusluku kuin keskiarvo, koska otokset ovat pieniä, jolloin yksittäiset huomattavan suuret tai pienet tulokset painottuvat liikaa (ks. kuva 10.3). Helsingissä

mitattiin 30, Rovaniemellä 27 ja Tampereella 16 yli 14-vuotiaasta henkilöä. Helsingissä suurin mitattu cesiumaktiivisuus kehossa oli 1650 Bq ja pienin alle havaitsemisrajan noin 50 Bq. Vastaavat luvut olivat Rovaniemellä 340 Bq ja alle 50 Bq sekä Tampereella 390 Bq ja alle 50 Bq. Lasten eli alle 15-vuotiaiden tuloksista voidaan todeta, että kehossa oleva cesiumaktiivisuus oli yleensä alle 100 Bq. Myös alle havaitsemisrajan olevia tuloksia oli suhteellisesti enemmän kuin aikuisilla. Tämä sopii hyvin yhteen aikaisemmissa tutkimuksissa saatujen tulosten kanssa. Mittaustulosten vuotuisen vaihtelu johtuu kaupasta ostettujen ja luonnosta kerättyjen elintarvikkeiden aktiivisuuspitoisuuksien suurista eroista sekä luonnosta kerättyjen elintarvikkeiden satunnaisesta käytöstä.

Kuvassa 10.4 on esitetty keskimääräinen  $^{137}\text{Cs}$ -aktiivisuus helsinkiläisen vertailuryhmän jäsenissä 1960-luvun puolivälistä lähtien. Kuvassa erottuvat selvästi ilmakehässä suoritettujen ydinkokeiden ja Tshernobylin ydinonnettomuuden vaikutukset kehossa olevaan cesiumaktiivisuuteen.

Kehossa olevan  $^{137}\text{Cs}$ :n aiheuttaman säteilyannoksen arvioitiin vuonna 2007 jääneen alle 0,01 mSv/henkilö, mikä on alle 0,3 % suomalaisen keskimääräisestä vuosittaisesta säteilyannoksesta, joka on noin 3,7 mSv.

---

Yhteyshenkilö: Jussi Huikari, Säteilyturvakeskus  
([jussi.huikari@stuk.fi](mailto:jussi.huikari@stuk.fi))

## 10 Radioaktiva ämnen i människokroppen

Människan kan få i sig radioaktiva ämnen genom att andas in dem eller med födan. Dessa ämnen är antingen av naturligt ursprung eller konstgjorda. De ämnen som utsänder gammastrålning kan mätas direkt i människokroppen med helkroppsmätning. Strålsäkerhetscentralen har två utrustningar för detta, den ena är fast installerad i laboratoriet i Helsingfors och den andra är rörlig. Den fasta helkroppsmätaren togs i bruk år 1965 och den rörliga tio år senare.

### Mätningar

Helkroppsmätaren i laboratoriet har placerats i ett järnrum som väger 80 ton. De tjocka järnväggarna dämpar den bakgrundsstrålning som kommer från miljön. En lättare modell, som väger ca 2 ton, har placerats i en lastbil, bilder 10.1 och 10.2. Med den kan man utföra mätningar på stora avstånd från Helsingfors. Mätutrustningen består av en stol som försökspersonen placerar sig i, och en detektor som finns ovanför stolen. Den aktivitet som mäts är vanligen liten och för att den störande bakgrundsstrålningen från omgivningen skall dämpas har stolen gjorts av bly och detektorn har omgett med ett blyskydd.

Vid helkroppsmätning utsätts försökspersonen inte för strålning. Mätningen fungerar genom att observera den gammastrålning som radioaktiva ämnen i kroppen utsänder vid sitt sönderfall. För närvarande är  $^{137}\text{Cs}$  det viktigaste radioaktiva ämnet som människorna får via födan.

### Människogrupper som mätts

Mätorterna var år 2007 Helsingfors, Tammerfors och Rovaniemi (se bild 9.1). I Finland har sedan år 1965 mätts en referensgrupp av helsingforsare. Från och med år 1999 har dessutom grupper från skolmiljö, en i Helsingfors, en annan i Rovaniemi och den tredje (från år 2001) i Tammerfors mätts. På basis av resultaten av dessa mätningar har man

beräknat den stråldos som finländarna i medeltal får från konstgjorda radioaktiva ämnen.

I grupperna ingår frivilliga personer, elever och lärare, från de utvalda skolorna. Skolorna har valts för att där finns personer i olika ålder. De tillfrågas kortfattat om vilken mat de äter samt hur mycket de konsumerar av vissa livsmedel som innehåller rikligt med radiocesium.

### Resultat

Resultaten finns i bild 10.3. Endast mätresultat för personer över 14 år har medtagits och anges som medianer. Här är medianen en bättre parameter än medeltalet eftersom urvalet av personer är litet. Vikten av betydande stora eller små resultat inverkar för mycket (se bild 10.3). I gruppen från Helsingfors mättes 30 personer, i den från Rovaniemi 27 och i den från Tammerfors 16 personer. I Helsingfors var det högsta uppmätta  $^{137}\text{Cs}$  värdet 1650 Bq och det lägsta under detekteringsgränsen 50 Bq. I Rovaniemi var de motsvarande värdena 340 Bq och under 50 Bq och i Tammerfors 390 Bq och 50 Bq. Det fanns så få barn (under 15 år) att man om mätresultaten för barnens del bara kan säga att radioaktiviteten i kroppen i allmänhet var under 100 Bq. Detta stämmer bra överens med resultaten från tidigare undersökningar.

Bild 10.4 visar kroppsinnehållet av  $^{137}\text{Cs}$  som medelvärde för män och kvinnor i referensgruppen från Helsingfors mätt årligen sedan 1965. Inverkan av kärnvapenprov i atmosfären och av Tjernobylylyckan på cesiumaktiviteten i kroppen ses tydligt i bilden.

År 2007 uppskattades  $^{137}\text{Cs}$  i människokroppen i medeltal förorsaka en stråldos om under 0,01 mSv/person eller mindre än 0,3 procent av den totala stråldosen 3,7 mSv, som finländarna årligen får.

Kontaktperson: Jussi Huikari, Strålsäkerhetscentralen ([jussi.huikari@stuk.fi](mailto:jussi.huikari@stuk.fi))

## 10 Radioactivity in man

Radioactive substances may enter the human body via breath or with foodstuffs. These substances are either of natural or of artificial origin of which gamma ray emitters can be measured directly using a dedicated whole body counter. There are two such counters in use at STUK. One is a permanently installed system in the laboratory and the other one is a mobile system. The stationary system was installed in 1965 and the mobile system ten years later.

### The measurements

The stationary system is installed inside a 80 ton iron room. The thick iron walls are there to reduce the environmental background radiation. The mobile unit weights about 2 tons and is installed on a truck (Figs. 10.1 and 10.2). This mobile system is used in the measurements away from Helsinki. The mobile system includes a lead chair for the person to be measured and above that a lead shielded gamma ray detector. The amount of radioactive substances to be measured is usually small, therefore, the lead shielding is necessary in order to reduce the background radiation from the environment

The measurement itself does not cause any additional exposure to radiation. The measurement is based on detection of gamma radiation emitted by the radioactive substances in the body. Today,  $^{137}\text{Cs}$  is the most common artificial radionuclide detected in these measurements.

### Groups of people to be measured

In 2007 the measurements were done in Helsinki, Rovaniemi and Tampere (for a map, see Fig. 9.1). A reference group from Helsinki has been monitored since 1965. The groups from Helsinki and Rovaniemi has been followed since 1999 and in 2001 a group from Tampere was added. These groups include volunteer children and teachers from

local schools where different age groups are easily available. The measured persons were interviewed for information on eating habits and consumption of certain foodstuffs known to contain rather high concentrations of  $^{137}\text{Cs}$ . Based on the results of these measurements the internal radiation dose for the people from artificial radioactive substances can be estimated.

### Results

The medians on the measurement results are presented for the adults (older than 14 years) in Helsinki, Rovaniemi and Tampere in Figure 10.3. The median suits better for the purpose than the mean because, when groups measured are small, a single large or small result gets too much weight (see Fig. 10.3). In the Helsinki group there were 30, Rovaniemi group 27 and in the Tampere group 16 persons measured. In Helsinki the highest content was 1650 Bq and the lowest below the detection level 50 Bq. In Rovaniemi the corresponding values were 340 Bq and below 50 Bq and in Tampere 390 Bq and below 50 Bq. Some children were measured and their body contents were usually below 100 Bq. In addition, there were relatively more results below detection limit than among adults. This result is in good agreement with results from our earlier studies.

Figure 10.4 shows the mean  $^{137}\text{Cs}$  activity in the Helsinki reference group measured since 1965. The influence of the atmospheric nuclear weapons tests and of the Chernobyl accident on the body caesium activity is clearly visible.

The mean internal radiation dose from  $^{137}\text{Cs}$  in 2007 was estimated to be less than 0.01 mSv/person, or less than 0.3% of the total mean annual radiation dose 3.7 mSv.

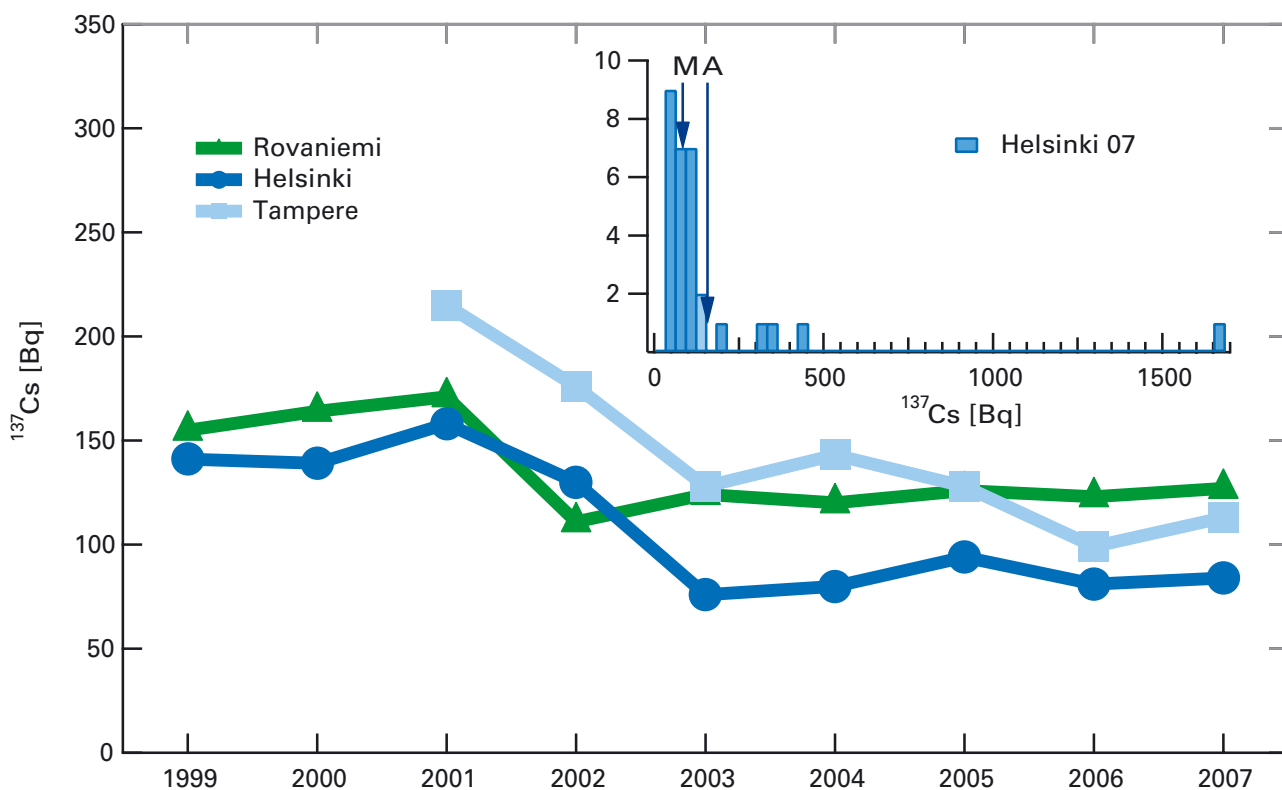
Contact person: Jussi Huikari, Radiation and Nuclear Safety Authority ([jussi.huikari@stuk.fi](mailto:jussi.huikari@stuk.fi))



**Kuva 10.1.** Kokokehomittauksissa käytettävä liikkuva laboratorio.  
**Bild 10.1.** Det i helkroppsmätningar använda mobila laboratoriet.  
**Fig. 10.1.** The mobile laboratory used in the whole-body measurements.



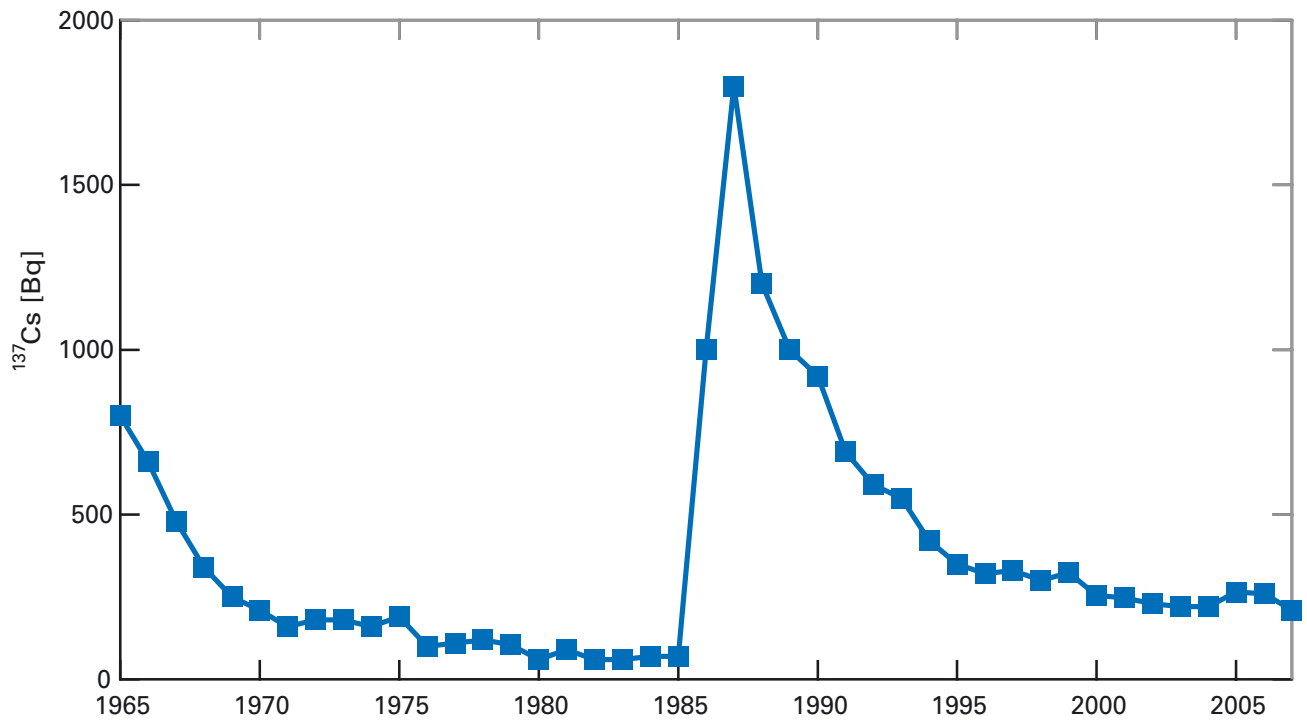
**Kuva 10.2.** Liikkuvan laboratorion sisänäkymä.  
**Bild 10.2.** Interiör från det mobila laboratoriet.  
**Fig. 10.2.** The indoor view of the mobile unit.



**Kuva 10.3.** Kehossa oleva  $^{137}\text{Cs}$ :n aktiivisuus. Ryhmissä on mukana kaikki yli 14-vuotiaat, jotka kävivät mittauksessa. Varsinaisen kuvan sisällä olevassa histogrammissa on Helsingin vuoden 2007 koulumittauksien tulosten jakauma. Nuolet osoittavat tilastollisia tunnuslukuja: A = keskiarvo, M = mediaani.

**Bild 10.3.** Kroppsinnehållet av  $^{137}\text{Cs}$  för kvinnor och män. I grupperna ingår alla personer äldre än 14 år, som mättes. Histogrammet innanför figuren visar fördelningen av resultaten från skolmätningarna i Helsingfors 2007. Pilarna visar statistiska parametrar: A = medeltal, M = median.

**Fig. 10.3.** The  $^{137}\text{Cs}$  body content as a median for women and men. All persons older than 14 years are included in the groups. The inserted histogram shows the distribution of the measurement result for the Helsinki school group from 2007. Arrows point statistical quantities: A = average, M = median.



**Kuva 10.4.** Kehossa oleva  $^{137}\text{Cs}$ :n aktiivisuus keskiarvona helsinkiläisessä vertailuryhmässä (mitattu vuosittain vuodesta 1965 lähtien).

**Bild 10.4.** Kroppsinnehållet av  $^{137}\text{Cs}$  som medelvärde för i referensgruppen från Helsingfors mätt årligen sedan 1965.

**Fig. 10.4.** Body content of  $^{137}\text{Cs}$  as mean in the Helsinki reference group measured annually at STUK since 1965.

## 11 Radioaktiiviset aineet Itämeressä

Kaikki Itämeren maat ovat ratifioineet Helsingin sopimuksen eli Itämeren merellisen ympäristön suojelusopimuksen. Helsinki-komissio (HELCOM) koordinoi kansainvälistä yhteistyötä, joka huolehtii sopimuksen täytäntöönpanosta. Komission suosituksessa 26/3 on määritelty ohjelma, jonka avulla valvotaan radioaktiivisten aineiden esiintymistä, kulkeutumista ja määrää Itämeressä. Kaikki Itämeren rantavaltiot osallistuvat valvontaan omalla osuudellaan. Suomen osuutena on ottaa vuosittain noin 120 näytettä Itämeren vedestä, pohjasedimenteistä, kaloista ja muista eliöistä, analysoida niissä olevat radioaktiiviset aineet ja raportoida tulokset komission tietokantaan. Säteilyturvakeskus vastaa Suomen osuudesta ohjelmassa. Tuloksista laaditaan yhteisraportteja viiden vuoden välein. Lisäksi STUK ylläpitää päästörekisteriä, johon kaikkien Itämeren piirissä toimivien ydinvoimalaitosten, tutkimusreaktoreiden ja muiden merkittävien lähteiden radioaktiivisten aineiden päästöt raportoidaan vuosittain.

### Näytteenotto

Merivesi-, pohjasedimentti-, kala- ja muiden biotäytteenotteen (kuten levät ja pohjaeläimet) näytteenottopisteet on esitetty kuvassa 11.1. Näytteet otetaan kerran vuodessa tutkimusalus Arandalla, sekä rannikon läheisyydessä STUKin tai paikallisten näytteenottajien toimesta.

### Näytteiden käsittely ja analysointi

Näytteiden otossa, käsittelyssä ja analysoinnissa käytetään FINASin akkreditoimia menetelmiä (FINAS T167).

### Tulokset

Itämeri on ollut intensiivisen radioekologisen tutkimuksen kohteena jo 1950-luvun lopulta alkaen. Tshernobylin ydinvoimalaitoksessa 1986 tapahtunut onnettomuus lisäsi edelleen siihen kohdistunutta radioekologista mielenkiintoa, sillä Itämeri oli kaikkein eniten laskeumaa saanut merialue maapallolla.

Tshernobylin laskeuma jakautui hyvin epätasaisesti Itämeren valuma-alueelle; eniten laskeumaa kertyi Selkämeren ja itäisen Suomenlahden alueille. Vuosien kuluessa Tshernobylin-cesiumin levinneisyyskuva on muuttunut jokien tuoman cesiumin, vesimassojen sekoittumisen, merivirtojen ja sedimentoitumisen vaikutuksesta. Cesiumia on kulkeutunut virtausten mukana Suomenlahdelta ja Pohjanlahdelta varsinaiselle Itämerelle, ja edelleen Tanskan salmien kautta Pohjanmerelle. Esteettömämmästä vedenvaihdosta johtuen Suomenlahti on puhdistunut cesiumista paljon nopeammin kuin Pohjanlahti.

Vuonna 2007 pinnan läheisen vesikerroksen <sup>137</sup>Cs-pitoisuudet olivat Selkämerellä 41–50 becquerelliä kuutiometrissä vettä (Bq m<sup>-3</sup>), varsi-



naisella Itämerellä 41–51 Bq m<sup>-3</sup>, Perämerellä 14–31 Bq m<sup>-3</sup> ja Suomenlahdella 24–36 Bq m<sup>-3</sup>. Pohjasedimenteissä <sup>137</sup>Cs:n kokonaismäärät olivat itäisen Suomenlahden ja Selkämeren havaintopaikoissa noin 39 000 ja 29 000 becquerelliä neliömetrillä (Bq m<sup>-2</sup>), ja 800–5 000 Bq m<sup>-2</sup> muissa Itämeren havaintopaikoissa. Suurimmat Itämeren sedimenteissä mitatut cesiumin kokonaismäärät olivat 1990-luvun lopulla noin 125 000 Bq m<sup>-2</sup>. Tällöin Itämeren pohjaan arvioitiin olevan varastoituneena n.  $2,14 \times 10^{15}$  Bq <sup>137</sup>Cs:a.

Uusimmassa, vuonna 2006 valmistuneessa tutkimuksessa kokonaismääräksi arvioitiin  $2,1\text{--}2,4 \times 10^{15}$  Bq, ja noin 73 % tästä oli sitoutuneena Selkämeren pohjasedimentteihin (kuva 11.2). Korkeimmat Itämeren kaloissa Tshernobylin onnettomuuden jälkeen havaitut <sup>137</sup>Cs-pitoisuudet olivat Merenkurkusta (Vaasa) vuonna 1990 pyydytyissä hauissa noin 300 Bq kg<sup>-1</sup>.

Vuonna 2007 cesiumin pitoisuudet olivat Suomen rannikoilta pyydytyissä hauissa 10–27 Bq kg<sup>-1</sup> ja silakoissa 5–9 Bq kg<sup>-1</sup>. Itämeren kaloista suomalaisille aiheutuneen sisäisen säteilyannoksen arvioitiin olleen 0,002 millisieverttiä (mSv) vuonna 2007.

---

Yhteyshenkilö: Tarja K. Ikaheimonen, Säteilyturvakeskus ([tarja.ikaheimonen@stuk.fi](mailto:tarja.ikaheimonen@stuk.fi))

## 11 Radioaktiva ämnen i Östersjön

Alla Östersjöländer har ratificerat Östersjökonventionen, Konventionen om skydd av Östersjöområdets marina miljö. Helsingforskommissionen (HELCOM) koordinerar det internationella samarbetet, som sörjer för konventionens genomförande. HELCOMs rekommendation 26/3 definierar programmet för övervakning av förekomst, transport och mängder av radioaktiva ämnen i Östersjön. Alla Östersjöländer deltar i övervakningen med egna nationella program. Finlands andel innebär ca 120 prov på havsvatten, bottensediment, fisk och annan biota, analysering av radioaktiva ämnen i dem och rapportering av resultaten till HELCOMs databas. STUK är ansvarigt för Finlands andel i programmet. Resultaten publiceras i gemensamma rapporter vart femte år. Därtill upprätthåller STUK ett utsläppsregister, i vilket parterna rapporterar årliga utsläppsdata från alla de kärnanstalter som är i drift i Östersjöområdet.

### Provtagning

Provtagningsplatserna för havsvatten, bottensediment, fisk och annan biota presenteras i bild 11.1. Prov tas årligen av det finska forskningsfartyget Aranda eller i kustområdena av STUKs personal eller andra lokala provtagare.

### Hantering och analys av proven

Provtagnings-, förbehandlings- och analysmetoderna har ackrediterats av FINAS (Ackrediterat testlaboratorium T167).

### Resultat

Sedan 1950-talet har Östersjön varit föremål för intensiva radioekologiska undersökningar. Olyckan i Tjernobyl år 1986 ökade vidare dess radioekologiska intresse, då Östersjön var det marina område som var mest påverkat av Tjernobylnedfallet. Nedfallet blev mycket ojämnt dispergerat i av-

rinningsområdet till Östersjön; områdena kring Bottenhavet och östra Finska viken mottog mest nedfall. Under årens lopp har spridningsbilden av Tjernobylcesium något förändrats som följd av älvutsläpp, blandning av vattenmassorna, havsströmmar och sedimentationsprocesser. Cesium har transporterats med havsströmmarna från Finska viken och Bottenhavet till den egentliga Östersjön och vidare ut från Östersjön genom de danska sunden. Tack vare det mera ohindrade bytet av vatten, har Finska viken blivit ren från cesium mycket snabbare än Bottenhavet. År 2007 var halterna av  $^{137}\text{Cs}$  i ytvattnet 41–50 becquerel per kubikmeter ( $\text{Bq m}^{-3}$ ) i Bottenhavet, 41–51  $\text{Bq m}^{-3}$  i den egentliga Östersjön, 14–31  $\text{Bq m}^{-3}$  i Bottenviken och 24–36  $\text{Bq m}^{-3}$  i Finska viken. Totalmängderna av  $^{137}\text{Cs}$  i bottensedimenten var ca 39 000 och 29 000 becquerel per kvadratmeter ( $\text{Bq m}^{-2}$ ) i provtagningsstationerna av den östra Finska viken och Bottenhavet och 800–5 000  $\text{Bq m}^{-2}$  i de andra stationerna vid Östersjön. De största totalmängderna av  $^{137}\text{Cs}$  mätta i Östersjöns sediment var ca 125 000  $\text{Bq m}^{-2}$  i slutet av 1990-talet. Då uppskattades att ca  $2,14 \times 10^{15}$  Bq av  $^{137}\text{Cs}$  hade lagrats i Östersjöns botten.

I den nyaste undersökningen, som utfördes år 2006, uppskattades att totalmängden var  $2,1\text{--}2,4 \times 10^{15}$  Bq, och ca 73% av denna var bunden i Bottenhavets sediment (bild 11.2). De högsta  $^{137}\text{Cs}$ -halterna som mättes i Östersjöfiskar efter Tjernobylnedfallet var 300  $\text{Bq kg}^{-1}$  i gäddor från Kvarken (Vasa) år 1990. År 2007 var cesiumhalterna i gäddorna och strömmingarna 10–27  $\text{Bq kg}^{-1}$  och 5–9  $\text{Bq kg}^{-1}$  vid den Finska kusten. Den interna stråldosen från Östersjöfiskarna till finnarna bedömdes till 0,002 mSv år 2007.

Kontaktperson: Tarja K. Ikäheimonen, Strålsäkerhetscentralen ([tarja.ikaheimonen@stuk.fi](mailto:tarja.ikaheimonen@stuk.fi))

# 11 Radioactive substances in the Baltic Sea

All the Baltic Sea countries have ratified the Helsinki Convention, the Convention on the Protection of the Marine Environment of the Baltic Sea Area. The Helsinki Commission (HELCOM) co-ordinates the international co-operation focusing on the implementation of the Convention. Recommendation 26/3 of the HELCOM defines the programme for monitoring the occurrence, transport and amounts of radionuclides in the Baltic Sea. All the Baltic Sea countries contribute to the monitoring with their own national programmes. The Finnish contribution consists of about 120 annual samples from seawater, bottom sediments, fish and other biota, analysis of radioactive substances and reporting of the results to the HELCOM database. STUK is responsible for the Finnish part of the programme. The results are published in Joint Reports every five years. In addition, STUK maintains a Discharge Register, to which the Contracting Parties report annually discharge data from all nuclear facilities operating in the Baltic Sea area.

## Sampling

The sampling stations or areas for seawater, bottom sediments, fish and other biota are shown in Fig. 11.1. The samples are taken annually on board of the Finnish Research Vessel Aranda or in the coastal areas by the staff of STUK or other local people.

## Pre-treatment and analysis

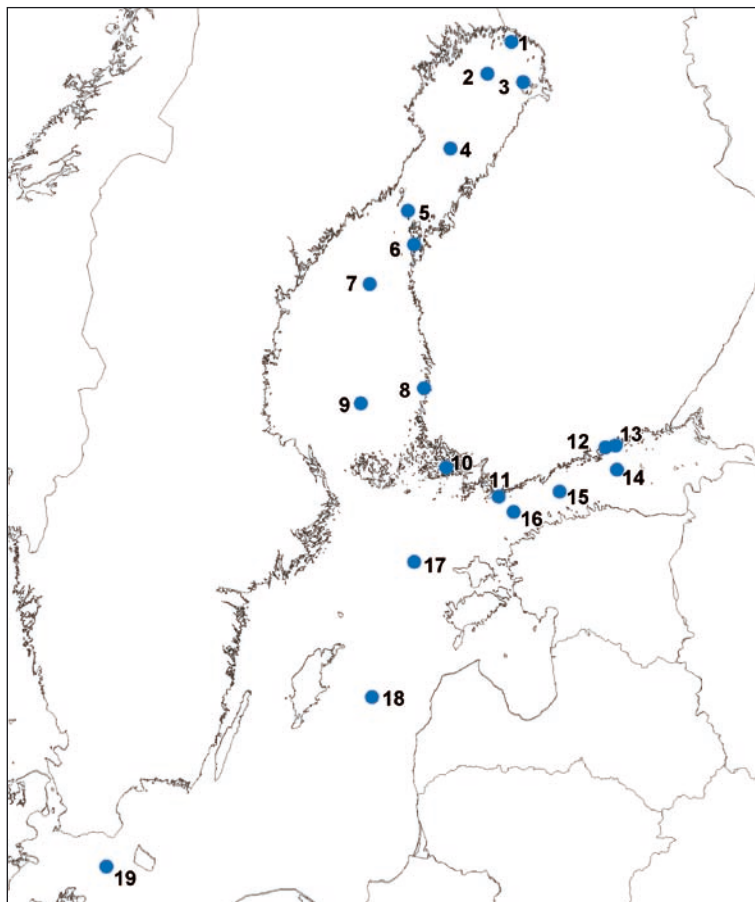
The methods used in sampling, pre-treatment and analysis are accredited by FINAS (Accredited testing laboratory T167).

## Results

Since the late 1950's the Baltic Sea has been an object of intensive radioecological studies. The accident at the Chernobyl NPP, in 1986, increased further its radioecological interest because the Baltic was the marine area most affected by the Chernobyl fallout. The fallout from Chernobyl was very unevenly

dispersed in the drainage area of the Baltic Sea; the areas of the Bothnian Sea and the eastern part of the Gulf of Finland received most of deposition. In the course of time the distribution pattern of the Chernobyl-derived cesium has somewhat changed as a consequence of river discharges, mixing of water masses, sea currents and sedimentation processes. Cesium has been transported by sea currents from the Gulf of Finland and the Gulf of Bothnia into the Baltic Proper and further out from the Baltic Sea through the Danish Straits. Due to the better exchange of water, the Gulf of Finland has become clean of cesium much faster than the Gulf of Bothnia. In 2007, the  $^{137}\text{Cs}$  concentrations of surface water were 41–50 becquerel in cubic metre ( $\text{Bq m}^{-3}$ ) in the Bothnian Sea, 41–51  $\text{Bq m}^{-3}$  in the Baltic Proper, 14–31  $\text{Bq m}^{-3}$  in the Bothnian Bay and 24–36  $\text{Bq m}^{-3}$  in the Gulf of Finland. The total amounts of  $^{137}\text{Cs}$  in bottom sediments were about 39 000 and 29 000  $\text{Bq m}^{-2}$  at the sampling stations of the eastern Gulf of Finland and the Bothnian Sea. At the other stations of the Baltic Sea the amounts of cesium were clearly smaller: 800–5 000  $\text{Bq m}^{-2}$ . The largest total amounts of  $^{137}\text{Cs}$  measured in the Baltic Sea sediments were about 125 000  $\text{Bq m}^{-2}$  in the late 1990's. Then it was estimated that about  $2.14 \times 10^{15}$  Bq of  $^{137}\text{Cs}$  was stored in the seabed of the Baltic Sea. According to a recent evaluation carried out in 2006, the total inventory was  $2.1\text{--}2.4 \times 10^{15}$ , and about 73% from this was bound in the seabed of the Bothnian Sea (Fig. 11.2). The highest activity concentration of  $^{137}\text{Cs}$  found after the Chernobyl accident in Baltic Sea fish was 300  $\text{Bq kg}^{-1}$  in pikes caught from the Quark (Vaasa) in 1990. In 2007, the cesium concentrations were 10–27  $\text{Bq kg}^{-1}$  in pikes and 5–9  $\text{Bq kg}^{-1}$  in Baltic herrings caught from the Finnish coasts. The internal radiation dose from Baltic Sea fish to Finnish people was estimated to be 0.002 mSv in 2007.

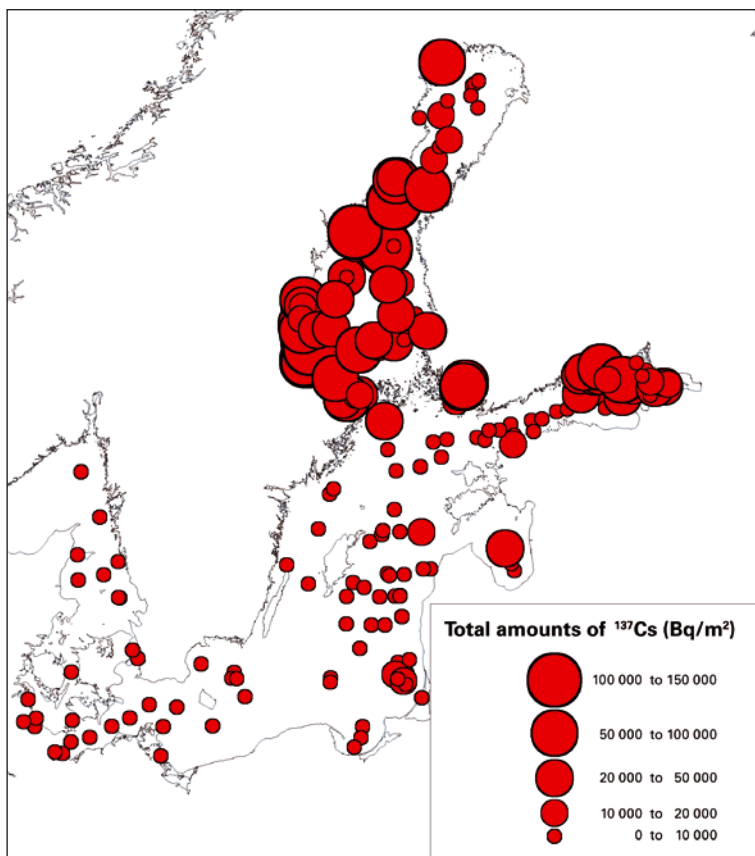
Contact person: Tarja K. Ikäheimonen, Radiation and Nuclear Safety Authority ([tarja.ikaheimonen@stuk.fi](mailto:tarja.ikaheimonen@stuk.fi))



**Kuva 11.1.** Näytteenottopisteet: merivesi (W), pohjasedimentti (S), kalat (F), muu biota (B). 1. Piste LaV 4 (W), 2. Piste CVI (W + S), 3. Hailuoto (F), 4. Piste BO 3 (W), 5. Piste F 16 (W), 6. Vaasa (F), 7. Piste US 5b (W), 8. Olkiluoto (W + B), 9. Piste EB 1 (W + S), 10. Seili (F), 11. Tvärminne (F), 12. Piste Pernaja R1 (W), 13. Loviisa (W + F + B), 14. Piste LL 3a (W + S), 15. Piste LL 7 (W), 16. Piste JML (W + S), 17. Piste LL 17 (W + S), 18. Piste BY 15 (W + S), 19. Piste BY 2 (W).

**Bild 11.1.** Provtagningsplatserna för havsvatten (W), botten sediment (S), fisk (F), annan biota (B). 1. Station LaV 4 (W), 2. Station CVI (W + S), 3. Hailuoto (F), 4. Station BO 3 (W), 5. Station F 16 (W), 6. Vaasa (F), 7. Station US 5b (W), 8. Olkiluoto (W + B), 9. Station EB 1 (W + S), 10. Seili (F), 11. Tvärminne (F), 12. Station Pernaja R1 (W), 13. Loviisa (W + F + B), 14. Station LL 3a (W + S), 15. Station LL 7 (W), 16. Station JML (W + S), 17. Station LL 17 (W + S), 18. Station BY 15 (W + S), 19. Station BY 2 (W).

**Fig. 11.1.** Sampling stations and areas for sea water (W), bottom sediment (S), fish (F) and other biota (B). 1. Station LaV 4 (W), 2. Station CVI (W + S), 3. Hailuoto (F), 4. Station BO 3 (W), 5. Station F 16 (W), 6. Vaasa (F), 7. Station US 5b (W), 8. The Olkiluoto area (W + B), 9. Station EB 1 (W + S), 10. Seili (F), 11. Tvärminne (F), 12. Station Pernaja R1 (W), 13. The Loviisa area (W + F + B), 14. Station LL 3a (W + S), 15. Station LL 7 (W), 16. Station JML (W + S), 17. Station LL 17 (W + S), 18. Station BY 15 (W + S), 19. Station BY 2 (W).



**Kuva 11.2.**  $^{137}\text{Cs}$ :n kokonaismäärät ( $\text{Bq m}^{-2}$ ) Itämeren havaintopaikkojen pohjasedimenteissä 2000-luvun alussa.

**Bild 11.2.** Totalmängderna av  $^{137}\text{Cs}$  ( $\text{Bq m}^{-2}$ ) i botten sedimenten på Östersjöns provtagningsstationer i början av 2000-talet.

**Fig. 11.2.** Total amounts of  $^{137}\text{Cs}$  ( $\text{Bq m}^{-2}$ ) in bottom sediments at different sampling stations in the Baltic Sea at the beginning of the 2000's.



**Kuva 11.3.** Gemini-sedimentinäytteenotin.

**Bild 11.3.** Gemini-corer för sedimentprov.

**Fig. 11.3.** Gemini-corer for sediments.

---

# STUK-B-sarjan julkaisuja

## STUK-B-rapporter

## STUK-B reports

**STUK-B 91** Mustonen R (toim.). Ympäristön säteilyvalvonta Suomessa. Vuosiraportti 2007. – Strålningsövervakning av miljön i Finland. Årsrapport 2007. – Surveillance of Environmental Radiation in Finland. Annual Report 2007.

**STUK-B 90** Rantanen E (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2007.

**STUK-B 89** Kainulainen E (toim.). Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta. Vuosiraportti 2007.

**STUK-B 88** Hämäläinen M, Karhu P (eds.). Implementing nuclear non-proliferation in Finland. Regulatory control, international cooperation and the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty. Annual report 2007.

**STUK-B 87** Isaksson R (toim.). Säteily- ja ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 4/2007.

**STUK-B 86** Isaksson R (toim.). Säteily- ja ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 3/2007.

**STUK-B 85** Koskelainen M. Tuote- ja turva-tarkastuksissa sekä tutkimuksissa käytettävät röntgenlaitteet.

**STUK-B 84** Isaksson R (toim.). Säteily- ja ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 2/2007.

**STUK-B 83** Venelampi E. Radioaktiivisten aineiden käyttö teollisuuden merkkiainekokeissa.

**STUK-B 82** Rantanen E (ed.) Radiation practices. Annual report 2006.

**STUK-B 81** Safety assessment of the Loviisa nuclear power plant. Statement regarding the licence application by Fortum Power and Heat Oy concerning the operation of the Loviisa nuclear power plant.

**STUK-B 80** Finnish report on nuclear safety. Finnish 4th national report as referred to in Article 5 of the Convention on Nuclear Safety.

**STUK-B 79** Kainulainen E (ed.). Regulatory control of nuclear safety in Finland. Annual report 2006.

**STUK-B 78** Isaksson R (toim.). Säteily- ja ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 1/2007.

**STUK-B 77** Mustonen R (toim.). Ympäristön säteilyvalvonta Suomessa. Vuosiraportti 2006. – Strålningsövervakning av miljön i Finland. Årsrapport 2006. – Surveillance of Environmental Radiation in Finland. Annual Report 2006.

---

### STUK-B-raportit STUKin verkkosivuilla:

[www.stuk.fi/julkaisut\\_maaraykset/fi\\_FI/listaus/?sarja=STUK-B](http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/fi_FI/listaus/?sarja=STUK-B)

### STUK-B-rapporter på STUKs hemsidor:

[www.stuk.fi/julkaisut\\_maaraykset/sv\\_FI/listaus/?serien=STUK-B](http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/sv_FI/listaus/?serien=STUK-B)

### STUK-B reports on STUK's home pages:

[www.stuk.fi/julkaisut\\_maaraykset/en\\_GB/listaus/?series=STUK-B](http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/en_GB/listaus/?series=STUK-B)





Laippatie 4, 00880 Helsinki  
Puh. (09) 759 881, fax (09) 759 88 500  
[www.stuk.fi](http://www.stuk.fi)

ISBN 978-952-478-379-8  
ISSN 0781-1713

Editat Prima Oy, Helsinki 2008